

# Otolithes de myctophidés (poissons téléostéens) des terrains tertiaires d'Europe: révision des genres *Benthoosema*, *Hygophum*, *Lampadena*, *Notoscopelus* et *Symbolophorus*

par Rostislav BRZOBHATY et Dirk NOLF

## Abstract

Twenty-nine species of "non-*Diaphus*" myctophids are recorded from the Tertiary (mainly Neogene) strata of Europe. One among them, *Lampadena speculigeroides* is new, and two species previously considered as doubtful, are revalidated: *Lampadena gracile* (SCHUBERT, 1912) and *Notoscopelus mediterraneus* (KOKEN, 1891). The bulk of our data concerns the Mediterranean realm (including the Paratethys). The history of myctophid populations in that basin can be summarised as follows. From Priabonian till Burdigalian, rich myctophid associations, dominated by the genus *Diaphus* were already represented. This genus continues to dominate the associations up to the Piacenzian. In the Burdigalian, nine "non-*Diaphus*" species appear, and two of them persist in the present day Mediterranean fauna. Nine species are recorded from the Langhian and four of those appeared after the Burdigalian. There are no data for the Serravallian. In the Tortonian, 11 species are known. Five among them already existed in the Langhian, one does not exceed the upper boundary of the Tortonian, two persist till the Pliocene, and three persist till present. For the Messinian, otoliths are known only from skeletons with otoliths in situ (six genera, including *Diaphus*), and preservation quality of these otoliths is poor. Although precise relationships between otolith-based and skeleton-based species are difficult to evaluate, the Messinian skeletons do not include any myctophid genus that is not known by otoliths from the Tortonian or the Pliocene. The Zanclean association counts 12 species of which six already existed in the Tortonian. Among the six new ones, five are Recent, but only two of them live in the present day Mediterranean. All taxa who in the present day fauna are known only from outside the Mediterranean, disappeared from that basin since the end of the Zanclean. It seems that till that time, more oceanic conditions than the present-day ones prevailed in the Mediterranean. Notwithstanding the appearance of some new species at the end of the Piacenzian, it seems almost certain that the climatic deterioration and the isolation of the Mediterranean have been much more destructive for the Palaeomediterranean fauna than the Messinian salinity crisis.

**Key-words:** Myctophids, "non-*Diaphus*", Neogene, Mediterranean, Europe

## Résumé

Vingt-neuf espèces de myctophidés "non-*Diaphus*" sont recensées dans les terrains tertiaires (essentiellement néogènes) d'Europe. Une d'entre elles, *Lampadena speculigeroides* est nouvelle et deux autres, considérées comme douteuses, sont revalidées: *Lampadena gracile* (SCHUBERT, 1912) et *Notoscopelus mediterraneus* (KOKEN, 1891). C'est surtout dans le Bassin méditerranéen (incluant la Paratéthys) que la plupart des données ont été obtenues. Le peuplement en myctophidés peut y être résumé comme suit. Du Priabonien au Burdigalien, de riches associations de myctophidés, dominées par le genre *Diaphus*, étaient déjà en place; ce genre dominera d'ailleurs jusqu'au Plaisancien, mais plus dans la Méditerranée actuelle (trois espèces seulement). Au Burdigalien, sept espèces "non-*Diaphus*" apparaissent, dont deux

actuelles. La faune langhienne compte neuf espèces, dont quatre sont apparues après le Burdigalien. Le Serravallien correspond à une lacune complète de données. Au Tortonien, on connaît une association riche de onze espèces dont cinq existaient déjà au Langhien; une ne dépasse pas la limite supérieure du Tortonien, deux persistent jusqu'au Pliocène et trois espèces actuelles apparaissent, dont deux méditerranéennes et une extra-méditerranéenne. Au Messinien, on ne connaît que des otolithes mal conservées, associées à des squelettes (six genres, incluant *Diaphus*). Quoique l'établissement de relations précises entre les espèces établies sur des squelettes et des otolithes reste problématique, la faune messinienne ne comporte aucun genre de myctophidé qui ne soit représenté par des otolithes tortonniennes ou pliocènes. L'association zanclienne compte douze espèces dont six existaient déjà au Tortonien. Parmi les six nouvellement apparues, cinq sont actuelles, mais deux seulement persistent dans la faune récente de la Méditerranée. A la fin du Zanclien, tous les taxa qui, dans la nature actuelle, vivent uniquement hors de la Méditerranée sont disparus. Il semble donc que jusqu'alors, des conditions plus franchement océaniques que maintenant régnaient en Méditerranée. Malgré l'apparition de quelques espèces nouvelles à la fin du Plaisancien, il paraît certain que la détérioration climatique et l'isolement de la Méditerranée a, dès le Pliocène terminal, été davantage destructif pour la faune océanique paléoméditerranéenne que la crise de salinité du Messinien.

**Mots-clefs:** Myctophidés, "non-*Diaphus*", Néogène, Méditerranée, Europe

## Introduction

Les otolithes de myctophidés abondent dans de nombreux gisements des terrains Tertiaires d'Europe. Les myctophidés étant des poissons mésopélagiques extrêmement communs, leurs otolithes dominent les associations de dépôts d'eau profonde, mais peuvent aussi constituer une portion importante des associations de zones néritiques bien exposées au domaine océanique. Les pionniers de la recherche sur les otolithes fossiles (KOKEN, SCHUBERT, PROCHAZKA) les attribuèrent à des bérécidés, faute de matériel de comparaison actuel. SCHUBERT (1906) fut le premier à identifier leur position taxonomique exacte. Dans de nombreuses publications ultérieures, des otolithes de myctophidés furent malheureusement décrites sans connaissance suffisante des otolithes actuelles, ni de leur variabilité intraspécifique, ni de leur évolution ontogénique, ni de l'érosion dont les fossiles sont souvent affectés. Il en résulta une nomenclature à la fois chaotique et imprécise. Les travaux de SCHWARZHANS (1980) et de NOLF & STEURBAUT (1983), basés sur de plus amples



Tableau 1 — Aperçu des myctophidés “non-*Diaphus*” des terrains tertiaires d'Europe.Table 1 — Check list of “non-*Diaphus*” myctophids from the European Tertiary.

ESPECES	ICONOGRAPHIE	REPARTITION
<i>Benthosema fitchi</i> BRZOBOHATY & SCHULTZ, 1978	Pl. 1, Figs. 5 & 6	Badenien (Moravie); Tortonien (Italie)
<i>Benthosema</i> aff. <i>glaciale</i> (REINHARDT, 1837)	Pl. 1, Figs. 11-15	Tortonien (Italie); ( <b>Actuel</b> )
<i>Benthosema suborbitale</i> (GILBERT, 1913)	Pl. 1, Figs. 1-4	Zanclien et Plaisancien méditerranéen; <b>Actuel</b>
<i>Bolinichthys krefftii</i> SCHWARZHANS, 1986	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 5, figs. 5-8	Zanclien méditerranéen
<i>Ceratospelus maderensis</i> (LOWE, 1839)	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 6, figs. 17-20	Zanclien et Plaisancien méditerranéen; <b>Actuel</b>
<i>Ceratospelus miocenicus</i> BEDINI, & al., 1986	BEDINI & al, 1986, pl. 3, figs. 9-10	Messinien (Italie)
<i>Electrona rissoi</i> (COCCO, 1829)	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 5, figs. 11-14	Zanclien et Plaisancien méditerranéen; <b>Actuel</b>
<i>Hygophum derthonensis</i> (ANFOSSI & MOSNA, 1969)	Pl. 3, Figs. 20-23	Burdigalien (?) et Tortonien (Italie)
<i>Hygophum germanicum</i> HEINRICH, 1969	Pl. 3, Figs. 15-16	Reinbekien et Langenfeldien (Allemagne)
<i>Hygophum hygomi</i> (LÜTKEN, 1829)	Pl. 2, Figs. 1-24	Burd. (?) et Tort. (Italie); Badenien (Moravie); Pliocène méditerr.; <b>Actuel</b>
<i>Hygophum murbani</i> (WEINFURTER, 1952)	Pl. 3, Figs. 7-8	Badenien (Autriche, Moravie)
<i>Hygophum weileri</i> (BRZOBOHATY, 1965)	Pl. 3, Figs. 17-19	Karpatien (Moravie)
<i>Lampadena dea</i> FRASER BRUNNER, 1949	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 6, figs. 11-16	Zanclien (France); <b>Actuel</b>
<i>Lampadena gracile</i> (SCHUBERT, 1912)	Pl. 4, Figs. 1-6	Burdigalien et (?) Tortonien (Italie); Badenien (Moravie, Roumanie)
<i>Lampadena speculigeroides</i> n. sp.	Pl. 4, Figs. 12-16	Badenien (Moravie)
<i>Lampanyctus carpaticus</i> (BRZOBOHATY, 1965)	BRZOBOHATY, 1965, pl. 2, figs. 6-10; 12-14	Karpatien (Moravie)
<i>Lampanyctus crocodilus</i> (RISSO, 1810)	NOLF, 1985, fig. 47D, p. 56	Plaisancien (Vrica, Italie); <b>Actuel</b>
<i>Lampanyctus latesulcatus</i> NOLF & STEURBAUT, 1983	NOLF & STEURBAUT, 1983, pl. 2, figs. 34-41	Tortonien (Italie)
<i>Lampanyctus photonotus</i> PARR, 1928	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 7, figs. 17-22	Zanclien (France); <b>Actuel</b>
<i>Lampichthys schwarzhansi</i> BRZOBOHATY, 1986	BRZOBOHATY, 1986, pl. 2, figs. 4-9, 11-12	Badenien (Moravie)
<i>Lobianchia</i> aff. <i>dofleini</i> (ZUGMAYER, 1911)	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 7, figs. 5-10	Chattien à Serravalien (Aquitaine); Tortonien (Italie), Pliocène méditerranéen; <b>Actuel</b>
<i>Myctophum fitchi</i> (SCHWARZHANS, 1979)	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 6, figs. 5-10	Tortonien (Italie); Zanclien et Plaisancien méditerranéen
<i>Myctophum punctatum</i> RAFINESQUE, 1810	SCHWARZHANS, 1979, pl. 1, fig. 6	Pleistocène (Vrica, Italie); <b>Actuel</b>
<i>Notospelus bolini</i> NAFPAKITIS, 1975	Pl. 5, Figs. 1-11	Tortonien (Italie); Zanclien méditerranéen; <b>Actuel</b>
<i>Notospelus elongatus</i> (COSTA, 1844), subsp. ind.	Pl. 7, Figs. 10-11	Burdigalien Supérieur (Belgique); ( <b>Actuel</b> )
<i>Notospelus mediterraneus</i> (KOKEN, 1891)	Pl. 8, Figs. 1-8	Karpatien et Badenien (Moravie)
<i>Notospelus resplendens</i> (RICHARDSON, 1845)	Pl. 6, Figs. 1-11	Tortonien (Italie); Zanclien et Plaisancien méditerranéen, <b>Actuel</b>
<i>Symbolophorus meridionalis</i> STEURBAUT, 1979	Pl. 8, Figs. 9-15	Aquitainien, Burdigalien, Langhien (Aquitaine); <b>Actuel</b>
<i>Scopelopsis pliogenicus</i> (ANFOSSI & MOSNA, 1976)	NOLF & CAPPETTA, 1989, pl. 6, figs. 11-16	Tortonien (Italie), Zanclien et Plaisancien méditerranéen



connaissances du matériel actuel initièrent une nouvelle étape dans la recherche, et plusieurs précisions furent publiées depuis (SCHWARZHANS, 1986; NOLF & STEURBAUT, 1988; NOLF & CAPPETTA, 1989).

Au cours des dernières années, la collection des otolithes de myctophidés actuels de l'IRSNB s'est constamment accrue, de sorte que nous disposons maintenant d'excellentes séries illustrant à la fois l'ontogénie et la variabilité de nombreuses espèces. Sur la base de ce matériel nous avons entamé la révision des otolithes des myctophidés fossiles par une étude du genre *Diaphus* de l'Oligocène européen. (BRZOBHATY & NOLF, 1995).

Les terrains néogènes d'Europe ayant été beaucoup plus intensément fouillés par de nombreux chercheurs, il en résulte qu'ils ont livré une faune de myctophidés bien plus diversifiée que celle que l'on connaît de l'Oligocène. Quatorze genres y ont été recensés, parmi lesquels le genre *Diaphus* est de loin le plus riche en espèces, mais présente à la fois le plus de problèmes taxinomiques encore à résoudre. Dans la présente étude, nous nous consacrons à la révision des genres *Benthoosema*, *Hygophum*, *Lampadena*, *Notoscopelus* et *Symbolophorus*, c'est-à-dire de tous les myctophidés "non-*Diaphus*" où des problèmes subsistaient encore. Un aperçu complet des myctophidés "non-*Diaphus*" est d'ailleurs fourni en conclusion de cette note (Tableau 1).

Malgré un progrès certain, dû au travail de BEDINI *et al.*, 1986, des problèmes subsistent pour les nombreuses espèces de myctophidés messiniens établies sur des squelettes, et dont les otolithes sont inconnues. L'éventuel double emploi de noms introduits soit pour du matériel ostéologique, soit pour des otolithes ne peut être résolu que par des trouvailles de squelettes avec les otolithes en place, quoique ces dernières soient alors souvent de très médiocre qualité. Il est vrai que le problème affecte surtout le genre *Diaphus*, mais dans trois cas, le travail précité a permis de faire connaître les otolithes de myctophidés "non-*Diaphus*" établis sur du matériel ostéologique: *Ceratoscopelus miocenicus* BEDINI *et al.*, 1986, *Lampanyctus licatae* (SAUVAGE, 1870) et *Myctophum columnae* (SAUVAGE, 1870). Dans le cas de "*Ceratoscopelus*" *dorsalis* (SAUVAGE, 1870) par contre, l'otolithe figurée par BEDINI *et al.* (1986, pl. 1, fig. 1) exclut que le squelette concerné puisse appartenir au genre *Ceratoscopelus*.

### Principaux gisements ayant fourni le matériel pour la présente note (Fig. 1).

#### BASSIN D'AQUITAINE (Sud-Ouest de la France)

Le seul gisement Paléogène ayant livré des myctophidés "non-*Diaphus*" est le Chattien (Zone à nannoplancton calcaire NP25) d'Escornebœu, à Rivière-Saas-et-Gourby (voir STEURBAUT, 1984, p. 25). Tous les gisements néogènes ayant fourni du matériel pour la présente étude se situent dans le Paléocanyon de Saubrigues (environs de Saubrigues, Saint-Etienne-d'Orthe, N de Peyrehorade). Du Chattien au Miocène Moyen, le Paléocanyon a été progressivement comblé de marnes sou-

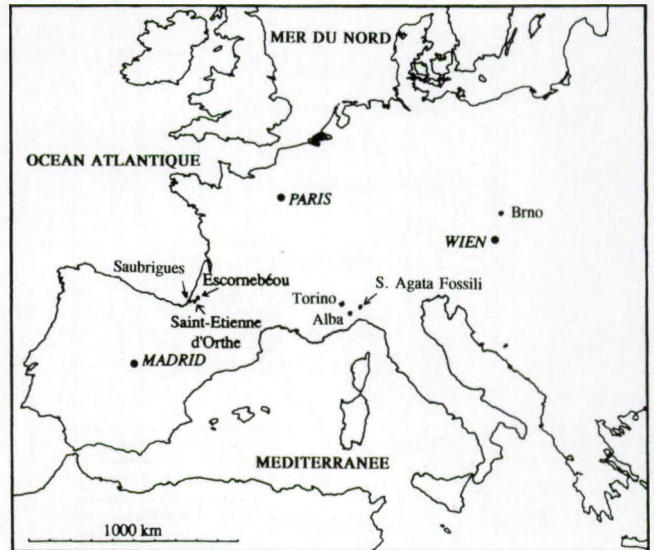


Fig. 1 — Localisation des plus importants gisements ou régions ayant fourni des otolithes de myctophidés "non-*Diaphus*".

Fig. 1 — Location of the most important localities or regions with otoliths of "non-*Diaphus*" myctophids.

vent très fossilifères. Les Zones à nannoplancton calcaire suivantes y ont été reconnues (CAHUZAC *et al.*, sous presse; voir aussi cette note pour l'emplacement précis des gisements):

NP25 (Chattien): nombreux gisements aux environs de Saint-Etienne-d'Orthe et Peyrehorade. Quoiqu'assez riches en myctophidés, ces gisements n'ont livré que des otolithes de *Diaphus*.  
 NN1 (Aquitainien): gisements de Haut-Bernet, à Saint-Martin de Hinx; Tauziède, à Cagnotte.  
 NN2-NN3 (Burdigalien Inférieur à Moyen): gisement "Les Platanes" à Saint-André-de-Seignanx.  
 NN3-NN4 (Burdigalien Supérieur): nombreux gisements à l'est et au sud de Saubrigues.  
 NN5 (Langhien): nombreux gisements aux environs immédiats de Saubrigues, parmi ceux-ci figurent "Jean Tic" (actuellement disparu) et "Tauziets", qui ont livré les riches associations d'otolithes décrites par STEURBAUT en 1979 et 1984.

#### SUD-EST DE LA FRANCE

De très riches associations d'otolithes des Marnes bleues pliocènes de cette région sont décrites par NOLF & CAPPETTA (1989), où l'on trouvera la localisation précise des gisements. Ceux-ci s'étalent de la base de la Zone à foraminifères planctoniques Mpl 1 de CITA (1975) (= Zone 1, ou Zone A de SPAAK, 1983), jusqu'au sommet de la Zone Mpl 5a. Il est à noter toutefois que le gisement de Pichegu, attribué à la Zone Mpl 4b (Plaisancien) par NOLF & CAPPETTA (d'après MAGNE, 1978, p. 367) est actuellement considéré comme appartenant à la partie inférieure de la Zone Mpl 3 (Zanclien; voir CLAUZON *et al.*, 1990, p. 136). Les plus riches associations de cette région proviennent du Zanclien, Zone Mpl 3 du Puget-sur-Argens, gisement très intensément fouillé par feu H. von HACHT.

#### ITALIE SEPTENTRIONALE

En Italie septentrionale, nous avons pu échantillonner l'Aquitainien et le Burdigalien dans les Collines à l'Est de Torino







(voir BONSIGNORE *et al.*, 1969). Pour le Langhien, nous ne disposons que d’une petite faunule de la Formation de Tanaro, en Piemonte (voir STEURBAUT, 1983). Pour le Tortonien, nous disposons de bonnes collections provenant du stratotype (Collines au sud-ouest de Sant Agata Fossili et du Rio Castellania-Mazzapiedi; voir NOLF & STEURBAUT, 1983) et du lit du Tanaro à Alba. Pour le Pliocène, la collection du Zanclien de Monticello, près d’Alba (NOLF & CAVALLLO, 1995) contient également quelques myctophidés utilisés dans la présente révision.

Liste des gisements non encore répertoriés dans la littérature sur les otolithes.

Aquitanien, Formation d’Antognola.

— Moletto-Prera (Feuille de Vignale Monferrato, 1/25.000, x = 49. 900, y = 89. 000; voir SCHÜTTENHELM, 1976, p. 96, unité c de la coupe).

Burdigalien Supérieur, Complexe de Termo Fora.

- Baldissero, échantillon 25 (Feuille de Chieri, 1/25.000, x = 407.150, y = 91.950). Marnes à ptéropodes supérieures, sommet du complexe de Termo Fora.
- Baldissero, lit du Vergnana (échantillon 38) (Feuille de Chieri, 1/25.000, x = 406.050, y = 91.300).
- Pino Torinese, Brico Caros (Feuille de Chieri, 1/25.000, x = 403.475, y = 90.200).
- Sciolze (Feuille de Casalborgone, 1/25.000, x = 41. 175, y = 93.175).
- Valle Ceppi (Feuille de Chieri, 1/25.000, x = 405.250, y = 90.800).

(?) Burdigalien, Pietra da Cantoni.

— Ponzano (sud de). (Feuille de Moncalvo, 1/25.000, x = 41.050, y = 92.250).

Tortonien

— Alba, lit du Tanaro (Feuille d’Alba, 1/25.000, x = 20. 600, y = 50.800).

MORAVIE (Tchéquie): Paratéthys centrale, environs de Brno Karpatien (= Burdigalien Supérieur, Zone à Nannoplancton calcaire NN4): voir BRZOBOHATY (1965, 1967). Badenien Inférieur (= Langhien, Zone à Nannoplancton calcaire NN5): nombreux échantillons; voir BRZOBOHATY (1982, 1986), BRZOBOHATY & SCHULTZ (1978).

Systématique

Genre *Benthousema* GOODE & BEAN, 1896

Espèces actuelles étudiées: *Benthousema glaciale* (REINHARDT, 1837) (Pl. 1, Figs. 7-10); *B. fibulata* (GILBERT & CRAMER, 1897); *B. panamense* (TAANING, 1932); *B. pterota* (ALCOCK, 1891); *B. suborbitale* (GILBERT, 1913) (Pl. 1, Figs 3-4).

*Benthousema fitchi* BRZOBOHATY & SCHULTZ, 1978  
Pl. 1 , Figs. 5-6

?1969 *Myctophum* sp. 2 - ANFOSSI & MOSNA, p. 36, pl. 7, fig. 4-6;

- 1978 *Benthousema fitchi* n.sp. - BRZOBOHATY & SCHULTZ, p. 449, pl. 5, figs. 2-3;
- 1979 “genus *Myctophidarum*” sp. - STEURBAUT, p. 63, pl. 5, fig. 11;
- 1983 *Benthousema fitchi* BRZOBOHATY & SCHULTZ, 1978 - NOLF & STEURBAUT, p. 153, pl. 1, figs. 19-22;
- 1983 *Benthousema fitchi* BRZOBOHATY & SCHULTZ - BRZOBOHATY, pl. 4, figs. 6,?7;
- ?1992 *Benthousema* aff. *suborbitale* (GILBERT, 1913) - RADWANSKA, p. 176, fig. 25, pl. 4, figs. 7-10.

Tableau 3 — Apparition et disparition de tous les genres et espèces actuels représentés dans la faune récente et fossile de la Méditerranée. Les taxa vivant encore dans la Mé diterranée actuelle sont mis en caractères gras.

Table 3 — Appearance and disappearance of Recent genera and species recorded in the fossil record and in the Recent fauna of the Mediterranean. Taxa that still live in the present day Mediterranean are in bold face.

APPARITION	ESPECES ACTUELLES	DISPARITION
BURDIGALIEN:	<i>Hygophum hygomi</i> <i>Lobianchia</i> aff. <i>dofleini</i>	
TORTONIEN:	<i>Benthousema</i> aff. <i>glaciale</i> <i>Notoscopelus resplendens</i> <i>Notoscopelus bolini</i>	fin du Zanclien
ZANCLIEN:	<i>Lampadena dea</i> <i>Lampanyctus photonotus</i> <i>Benthousema suborbitale</i> <i>Ceratoscopelus maderensis</i> <i>Electrona rissoi</i>	fin du Zanclien fin du Zanclien fin du Zanclien
PLAISANCIEN:	<i>Lampanyctus crocodilus</i> <i>Myctophum punctatum</i> <i>Hygophum benoiti</i> <i>Lampanyctus pusillus</i>	
ACTUEL:	<i>(Diogenichthys atlanticus)</i> <i>Gonichthys coccoi</i> <i>Lobianchia gemellari</i> <i>Notoscopelus elongatus</i> <i>Symbolophorus veranyi</i>	
GENRES ACTUELS		
BURDIGALIEN:	<i>Hygophum</i> <i>Lampadena</i> <i>Lobianchia</i> <i>Lampanyctus</i> <i>Notoscopelus</i>	fin du Zanclien
LANGHIEN:	<i>Benthousema</i> <i>Lampichthys</i>	fin du Langhien
TORTONIEN:	<i>Scopelopsis</i> <i>Myctophum</i>	fin du Zanclien
ZANCLIEN:	<i>Bolinichthys</i> <i>Ceratoscopelus</i> <i>Electrona</i>	fin du Zanclien
ACTUEL:	<i>(Diogenichthys)</i> <i>Gonichthys</i> <i>Symbolophorus</i>	



**Remarques**

Les otolithes de cette espèce se rapprochent le plus de celles de l'actuel *Benthousema suborbitale* (Pl. 1, Fig. 1-4). Elles s'en distinguent cependant par leur contour plus arrondi, leur bord ventral beaucoup plus denticulé (jusqu'à 8 denticules chez certains exemplaires adultes) et leur bord dorsal plus régulièrement courbé et pourvu d'un angle postéro-dorsal moins saillant que chez l'espèce actuelle. Elles se distinguent de celles de *B. concentricum* (FROST, 1933) et ?*B. konganaruensis* (FROST, 1933) du Miocène néo-zélandais (voir SCHWARZHANS, 1980, respectivement fig. 91-96, p. 41 et fig. 98-99, p. 43) par leur contour plus irrégulier.

C'est à tort que SCHWARZHANS (1986, p. 222) suggéra que les exemplaires provenant du Tortonien d'Italie septentrionale appartiendraient à une espèce différente. La comparaison directe de nombreux spécimens du Badénien de la Paratéthis et du Tortonien stratotypique montre clairement qu'il s'agit de la même espèce.

**Répartition**

Aquitaine: Intervalle Langhien des Marnes de Saubrigues (gisement Jean Tic), rare. Italie septentrionale: Complexe de Termo Forea (Burdigalien Supérieur), Sciolze, rare; Tortonien (Rio Mazapiedi, Alba, Montegibbio): assez commun; Paratéthis: assez commun dans le Badénien Inférieur de la fosse marginale des Carpates; présence douteuse dans le Badénien Polonais.

***Benthousema* aff. *glaciale* (REINHARDT, 1837)**

Pl. 1, Figs. 11-15

- 1971 *Lampanyctus apenninicus* n. sp. - ANFOSSI & MOSNA, p. 139, pl. 14, figs. 5-6, 8-9;  
 1971 *Lampanyctus?* sp. 1 - ANFOSSI & MOSNA, p. 140, pl. 14, fig. 7a, b;  
 1983 *Benthousema* aff. *glaciale* (REINHARDT, 1837) - NOLF & STEURBAUT, p. 153.

**Remarques**

Treize spécimens du Tortonien d'Alba s'ajoutent au matériel de Cascina, cité par ANFOSSI & MOSNA (1971, voir synonymie). Ces otolithes ressemblent assez bien à celles de l'actuel *Benthousema glaciale* (Pl. 1, Figs. 7-10), mais elles sont un peu moins hautes et ont le rostre plus saillant. Une otolithe érodée des Sables de Kattendijk (Pliocène Inférieur de la Belgique) est également attribuée à *B. glaciale* par GAEMERS & SCHWARZHANS (1973, p. 209, pl. 1, fig. 1 et pl. 10, fig. 10).

**Répartition**

Tortonien d'Italie septentrionale (Alba et Cascina).

***Benthousema suborbitale* (GILBERT, 1913)**

Pl. 1, Figs. 1-4

- 1986 *Benthousema suborbitale* (GILBERT, 1913) - SCHWARZHANS, p. 222, pl. 2, fig. 19-21.

- 1989 *Benthousema suborbitale* (GILBERT, 1913) - NOLF & CAPPETTA, pl. 5, figs. 1-4.

**Répartition**

Zanclien et Plaisancien du Sud-Est de la France; Zanclien de Monticello, près d'Alba, Italie septentrionale.

**Genre *Hygophum* BOLIN, 1939**

Espèces actuelles étudiées: *H. atratum* (GARMAN, 1899) (Pl. 3, Figs. 9-14); *H. benoitii* (COCCO, 1838); *H. hanseni* (TAANING, 1932); *H. hygomi* (LÜTKEN, 1892) (Pl. 2, Figs. 1-14); *H. macrochir* (GÜNTHER, 1864) (Pl. 3, Figs. 1-6); *H. proximum* BEKKER, 1965; *H. reinhardtii* (LÜTKEN, 1892); *H. taaningi* BEKKER, 1965.

***Hygophum derthonensis* (ANFOSSI & MOSNA, 1969)**

Pl. 3, Figs. 20-23

- 1969 *Hygophus?* sp. - ANFOSSI & MOSNA, p. 37, pl. 7, fig. 7;  
 1969 *Hygophus intermedius derthonensis* n. subsp. - ANFOSSI & MOSNA, p. 57, pl. 10, figs. 1-2;  
 ?1979 *Hygophum* cf. *benoitii* (COCCO, 1838) - STEURBAUT, p. 60, pl. 2, fig. 25;  
 1983 *Hygophum derthonense* ANFOSSI & MOSNA, 1969 - NOLF & STEURBAUT, p. 157, pl. 2, figs. 20-27;  
 ?1983 *Hygophum* cf. *derthonensis* (ANFOSSI & MOSNA, 1969) - STEURBAUT, p. 257, pl. 2, fig. 15;  
 1984 *Hygophum derthonensis* (ANFOSSI & MOSNA, 1969) - STEURBAUT, p. 51, pl. 8, fig. 12-14.

**Remarques**

Cette espèce est caractérisée par de petites otolithes qui se rapprochent le plus de celles de l'actuel *Hygophum benoitii* (voir NOLF & STEURBAUT, 1983, pl. 2, figs. 28-33). Elles s'en distinguent cependant par leur area dorsale moins étendue et leur antirostre moins saillant. Des otolithes juvéniles présentent un contour qui rappelle celui de *Lampanyctus carpaticus* (BRZOBOHATY, 1965) du Karpatrien de la Paratéthis, mais cette dernière espèce possède une face externe beaucoup plus bombée.

**Répartition**

Aquitaine: Marnes de Haut-Bernet (Aquitaniens); Marnes de Saubrigues, intervalle Langhien. Italie septentrionale: présence douteuse dans le Burdigalien (Sciolze, Baldissero); Langhien du Piemonte (STEURBAUT, 1983); commun dans les gisements tortoniens.

***Hygophum germanicum* HEINRICH, 1969**

Pl. 3, Figs. 15-16

- 1969 *Hygophum?* *germanicum* n. sp. - HEINRICH, p. 20, pl. 1, fig. 7, 9, pl. 16, figs. 1-16, pl. 18, fig. 1;  
 1991 *Hygophum* cf. *weileri* (BRZOBOHATY, 1965) - MENZEL, p. 202, pl. 1, fig. 3.



*Remarques*

Les otolithes de cette espèce montrent quelque ressemblance avec celles de l'actuel *Hygophum atratum* du Pacifique est, mais elles en diffèrent par leur hauteur plus considérable, leur bord ventral moins anguleux et leur portion antéro-dorsale plus étendue vers le haut.

*Répartition*

Cette espèce n'est connue que dans le Miocène Moyen (Reinbeckien de Twistingen) et Supérieur (Langenföldien de Hohen Woos) d'Allemagne du Nord.

*Hygophum hygomi* (LÜTKEN, 1892)

Pl. 2, Fig. 1-24

- ?1924 *Otolithus* (*Scopelus*) *circularis* n. sp. - FROST, p. 608, pl. 61, fig. 2.  
 ?1933 *Otolithus* (*Scopelus*) *regularis* n. sp. - FROST, p. 135, pl. 21, fig. 15, 16.  
 ?1959 *Hygophus intermedius* n. sp. - WEILER, p. 152, fig. 8 (non 23);  
 1966 *Myctophum tenue murbani* (WEINFURTER) - SMIGIELSKA, p. 235, pl. 14, fig. 1 (non WEINFURTER, 1952);  
 ?1966 *Myctophum excavatum* (SULC) - SMIGIELSKA, p. 234, pl. 13, fig. 6 (non 4, 5; non SULC 1932);  
 1970 *Hygophum agatense* sp. n. - ROBBA, p. 113, pl. 9, Figs. 5-7;  
 ?1970 *Myctophum* sp. - ROBBA, p. 111, pl. 9, fig. 1;  
 ?1971 *Electrona*? sp. - WEILER, p. 14, pl. 1, fig. 18, ? 21;  
 1972 *Otolithus* (*Myctophidarum*) sp. 1 - ANFOSSI & MOSNA, p. 103, pl. 17, fig. 7;  
 non 1972 *Hygophum hygomi* (LÜTKEN) - ANFOSSI & MOSNA, p. 98, pl. 16, fig. 1 (? = *Electrona*);  
 1979 *Hygophum agrigentensis* n. sp. - SCHWARZHANS, p. 13, pl. 4, fig. 41-44;  
 ?1980 *Hygophum circularis* (FROST 1924) - SCHWARZHANS, p. 44, fig. 108 (non 107, 109; non FROST 1924);  
 ?1980 *Hygophum* aff. *circularis* (FROST 1924) - SCHWARZHANS, p. 44, fig. 110;  
 ?1980 *Hygophum murbani* (WEINFURTER 1952) - SCHWARZHANS, p. 44, fig. 111, 112 (non WEINFURTER, 1952);  
 1982 *Hygophum* sp., aff. *circularis* (FROST, 1924) - BRZOBOHATY, pl. 1, fig. 9;  
 1983 *Hygophum agatense* ROBBA 1970 - NOLF & STEURBAUT, p. 157, pl. 2, fig. 16-19;  
 ?1984 *Hygophum circularis* (FROST, 1924) - GRENFELL, p. 62, fig. 27, 28, 128, 129, 130;  
 1986 *Hygophum agrigentensis* SCHWARZHANS 1979 - SCHWARZHANS, p. 223, pl. 2, fig. 23;  
 1989 *Hygophum agrigentense* SCHWARZHANS, 1979 - NOLF & CAPPETTA, pl. 6, fig. 1-4.

*Remarques*

Il existe de petites différences significatives entre les otolithes des différentes populations actuelles et fossiles de cette espèce, mais l'existence de formes intermédiaires interdit de faire des distinctions trop rigoureuses. A

la Pl. 2, nous avons figuré une série d'otolithes actuelles de populations de Nouvelle Calédonie (Figs. 1-6), des Iles Canaries (Figs. 7-12) et de l'Atlantique nord-ouest (Figs. 13-14), ainsi que des fossiles du Badenien de Brno (Figs. 15-16) et du Zancien du Puget-sur-Argens (Figs. 17-24). Il est clair que la série néo-calédonienne possède des otolithes légèrement plus hautes, un antirostre plus saillant et un bord postéro-dorsal plus creux que toutes les autres. Celles de l'Atlantique nord-ouest présentent le contour le plus régulièrement arrondi, tandis que la population canarienne est intermédiaire. Parmi les populations fossiles, les otolithes du Badenien de Brno sont quasiment identiques à celles de l'Atlantique nord-ouest, tandis que celles du Zancien sont un peu plus allongées et ont la portion postérieure plus étendue. Dans toute cette gamme de spécimens actuels et fossiles, on constate aussi une variation de la longueur de la cauda.

Sur la base d'un matériel restreint, plusieurs formes fossiles ont été décrites comme des espèces distinctes (voir synonymie). L'examen de grandes séries d'otolithes fossiles provenant de nombreux gisements européens étalés du Langhien (= Badenien Inférieur) au Pliocène nous a révélé que toutes ces espèces fossiles ne sont basées que sur des différences du même ordre d'importance que celles qui caractérisent les différentes populations de l'actuel *H. hygomi* et que ces fossiles s'inscrivent dans la même espèce. Il est probable que *H. intermedium* WEILER, 1959 du Miocène mexicain et les otolithes du Néogène néo-zélandais citées sous les noms de *H. circularis*, *H. regularis* et *H. murbani* appartiennent également à *H. hygomi*. Quoiqu'acceptant le nom *H. circularis*, SCHWARZHANS (1980, p. 180, p. 44) insista sur la grande ressemblance des otolithes qu'il réfère à ce taxon avec celles de *H. hygomi*. Celles figurées sous le nom de *H. circularis* par GRENFELL (1984) sont d'ailleurs quasiment identiques à celles de la population actuelle néo-calédonienne. Les holotypes de *H. circularis* et de *H. regularis* sont des otolithes juvéniles, manquant de caractères diagnostiques pour définir une espèce.

Signalons enfin, pour éviter toute confusion, que l'otolithe actuelle figurée par SCHWARZHANS (1979, pl. 4, fig. 45 et 1980, fig. 103) sous le nom de *H. atratum* n'appartient pas à cette espèce, mais à *H. hygomi*; la localité de capture du poisson (Atlantique nord-ouest) que donne SCHWARZHANS est d'ailleurs incompatible avec l'aire de répartition connue de *H. atratum*.

*Répartition*

Aquitaine: rare dans les Marnes de Saubrigues. Italie septentrionale: plutôt rare dans le Tortonien; présence douteuse dans le Burdigalien (Complexe de Termo Fora, "Marnes à ptéropodes supérieures"); assez commun dans tout le Pliocène ouest-méditerranéen. Paratéthys: rare dans le Badenien Inférieur de la fosse marginale des Carpates. Probablement représenté dans le Miocène et le Pliocène néo-zélandais. Actuel: zones tempérées et subtropicales de l'Atlantique nord; circumglobal dans les zones tempérées et subtropicales de l'hémisphère sud.



***Hygophum murbani* (WEINFURTER, 1952)**

Pl. 3, Figs. 7-8

- 1952 *Scopelus tenuis murbani* n. ssp. - WEINFURTER, p. 460, pl. 2, fig. 1, 2;  
 ?1964 *Scopelus* aff. *tenuis murbani* WEINF. - SMIGIELSKA, p. 238 (nom seul);  
 non 1966 *Myctophum tenue murbani* WEINF. - SMIGIELSKA, p. 235, pl. 14, fig. 1;  
 non 1969 *Myctophum tenue murbani* (WEINFURTER) - ANFOSSI & MOSNA, p. 34, pl. 6, fig. 5;  
 non 1980 *Hygophum murbani* (WEINFURTER 1952) - SCHWARZHANS, p. 44, fig. 111, 112;  
 1983 *Hygophum murbani* (WEINFURTER) - BRZOBOHATY, pl. 4, fig. 4;  
 1994 *Hygophum murbani* (WEINFURTER, 1952) - BRZOBOHATY, p. 70, pl. 2, fig. 10-15.

**Remarques**

Des deux exemplaires figurés par WEINFURTER (1952), l'holotype (pl. 2, fig. 2; ici refiguré à la Pl. 3, Fig. 8) est un exemplaire complet mais assez érodé, tandis que sa figure 1 représente une otolithe incomplète, mais plus typique. Des spécimens parfaits ont été trouvés dans la Badenien de Brno (Pl. 3, Fig. 7). Ces otolithes sont caractérisées par un angle postéro-dorsal souvent bien saillant, un angle prédorsal peu marqué, et un bord ventral légèrement anguleux, l'angle étant toujours situé dans la portion antérieure de l'otolithe. Des otolithes adultes de cette espèce montrent en vue ventrale, une portion antérieure plus mince que les parties centrale et postérieure.

Les exemplaires du Miocène Supérieur et du Pliocène de Nouvelle-Zélande et attribués à *H. murbani* par SCHWARZHANS (1980) sont nettement plus hauts, plus ronds, et ne présentent pas le profil ventral typique de cette espèce. L'otolithe du Tortonien d'Italie figurée par ANFOSSI & MOSNA (1969, pl. 6, fig. 5) appartient à un *Hygophum* non identifiable.

**Répartition**

*H. murbani* est une espèce assez rare, qui n'est connue que dans le Badenien de la Paratéthys centrale (Fosse marginale profonde des Carpates, Bassin de Vienne et de la Styrie).

***Hygophum weileri* (BRZOBOHATY, 1965)**

Pl. 3, Figs. 17-19

- 1965 *Ceratoscopelus? weileri* n. sp. - BRZOBOHATY, p. 112, pl. 1, fig. 11-14;  
 1967 *Ceratoscopelus? weileri* BRZOBOHATY, 1965 - BRZOBOHATY, p. 235, pl. 1D, fig. 7;  
 1983 *Hygophum weileri* (BRZOBOHATY) - BRZOBOHATY, pl. 2, fig. 5.

**Remarques**

Les otolithes de cette espèce sont caractérisées par leur bord ventral semi-circulaire, passant régulièrement au bord postérieur; la jonction du bord postérieur au bord

dorsal est anguleuse. Le rostre est bien développé, nettement en saillie par rapport à l'antirostre. Elles se distinguent aisément de celles de *H. hygomi* par ce dernier caractère et par leur portion antéro-dorsale moins étendue.

**Répartition**

Cette espèce n'est connue que dans le Karpatien (Burdigalien Supérieur) de la Fosse marginale profonde des Carpates en Moravie.

**Genre *Lampadena* GOODE & BEAN in GILL., 1893**

Espèces actuelles étudiées: *Lampadena anomala* PARR, 1928; *L. braueri* ZUGMAYER, 1914; *L. chavesi* COLLETT, 1905; *L. dea* FRASER BRUNNER, 1949; *L. luminosa* (GARMAN, 1899); *L. notialis* NAFPAKITIS & PAXTON, 1968; *L. pontifex* KREFFT, 1970; *L. speculigera* GOODE & BEAN, 1896; *L. urophaos* PAXTON, 1963.

***Lampadena dea* FRASER BRUNNER, 1949**

Pl. 4, Figs. 7-10

- 1986 *Lampadena dea* FRASER BRUNNER 1949 - SCHWARZHANS, p. 223, pl. 5, fig. 50, 51;  
 1989 *Lampadena dea* FRASER BRUNNER, 1949 - NOLF & CAPPETTA, pl. 7, fig. 1-4.

**Répartition**

Zanclien du domaine méditerranéen: Sud-Est de la France et Papiol, près de Barcelone. Les otolithes du Badenien de Pologne citées sous le nom de *L. aff. dea* par RADWANSKA (1992, p. 185) appartiennent à *L. gracile* (voir ci-dessous). Actuel: circumglobal dans l'hémisphère sud, entre 20° et 50° Sud.

***Lampadena gracile* (SCHUBERT, 1912)**

Pl. 4, Figs. 1-6

- 1912 *O. (Scopelus) mediterraneus* var. *gracilis* m. - SCHUBERT, p. 134, fig. 14;  
 1964 *Myctophum? mediterraneum gracile* (SCHUB.) - BRZOBOHATY, p. 275 (nom seul);  
 ?1970 *Myctophum splendidum* (PROCHAZKA, 1893) - ROBB, p. 108, pl. 8, fig. 7 (non PROCHAZKA, 1893);  
 1981 *O. (Scopelus) mediterraneus* var. *gracilis* SCHUBERT, 1912 - NOLF, p. 165;  
 1992 *Lampadena* aff. *dea* FRASER & BRUNNER, 1949 - RADWANSKA, p. 185, fig. 35 dans le texte, pl. 6, fig. 14.

**Diagnose**

Cette espèce possède des otolithes plutôt massives, ayant un contour postérieur obtus, un peu rectangulaire, et un rostre saillant. L'antirostre est faiblement développé, mais toujours présent. L'espèce est surtout caractérisée par un angle postérodorsal très saillant, en forme d'ergot.



Chez les exemplaires adultes, les portions médiane et postérieure des otolithes sont pourvues de six à sept denticules assez forts. Vu l'épaisseur considérable de ces otolithes, la face externe est nettement convexe dans tous les sens; la face interne est très légèrement bombée, presque plate.

#### Remarque

Cette espèce fut considérée comme douteuse par NOLF (1985, p. 130), et il est vrai qu'il est impossible d'en juger sur la seule base de la figure de SCHUBERT, qui suggère un spécimen érodé. Une excellente série d'otolithes du Badenien de Moravie montre cependant que l'angle postéro-dorsal en forme d'ergot est un caractère qui définit très bien l'espèce et, malgré la qualité douteuse du dessin de SCHUBERT, ce caractère y est net.

#### Répartition

Italie septentrionale: Burdigalien Supérieur (Complexe de Termo Fora: Sciolze, Vale Ceppi; Pietra da Cantoni: S de Ponzano); présence douteuse dans le Tortonien du Rio Mazzapiedi. Fosse marginale profonde des Carpates, Moravie: Badenien Inférieur: plusieurs localités, mais rare. Roumanie: Badenien Inférieur (spécimen de Reke-tyefalva, figuré par SCHUBERT).

#### *Lampadena speculigeroides* n. sp.

Pl. 4, Figs. 12-16.

?1950 *Scopelus splendidus* (PROCHAZKA, 1893) - WEILER, p. 214, pl. 7, fig. 51, (non pl. 12, fig. 92, non PROCHAZKA, 1893).

#### Types

Holotype: une otolithe gauche (Pl. 4, Fig. 12) (IRSNB P 6613); huit paratypes, dont quatre figurés. (Pl. 4, Fig. 13-16) (IRSNB P 6614 - P 6617).

#### Dimensions de l'holotype

Longueur: 3,6 mm; hauteur: 2,5 mm; épaisseur: 0,5 mm.

#### *Stratum typicum*

Argiles du Badenien Inférieur (Langhien) de l'argillère de Kralovo Pole à Brno, Tchéquie.

#### *Derivatio nominis*

Allusion à une ressemblance morphologique avec les otolithes de l'espèce actuelle *Lampadena speculigera*.

#### Diagnose

Cette espèce possède des otolithes minces, ayant la portion postérieure arrondie et un rostre bien saillant. La plupart des spécimens ont un antirostre net, situé bien en arrière par rapport au rostre. La portion antérieure de l'area dorsale est peu étendue par rapport à la portion postérieure. La cauda est nettement plus large que l'ostium, et est pourvue d'une assez forte crête colliculaire. Le bord ventral peut porter jusqu'à huit denticules, et

ceux-ci font saillie sur tout l'étendue de ce bord. La dépression située juste au-dessus de la crista superior est toujours bien marquée, de même que leur sillon ventral.

#### Rapports et différences

Les otolithes de *L. speculigeroides* se rapprochent le plus de celles de l'espèce actuelle *L. speculigera* GOODE & BEAN, 1896 (Pl. 4, Fig. 11), mais elles sont nettement plus allongées et ont la portion postéro-dorsale moins étendue vers l'arrière. Elles se distinguent de celles de *L. gracile* (SCHUBERT, 1912) par l'absence d'un angle postéro-dorsal en forme d'ergot, et par leur épaisseur moins considérable.

#### Répartition

Cette espèce est connue du Badenien Inférieur (Langhien) de la fosse marginale profonde des Carpates à Brno et (?) du Badenien de Roumanie (spécimen figuré par WEILER, 1950, voir synonymie).

#### Genre *Notoscopelus* GÜNTHER, 1864

Espèces actuelles étudiées: *Notoscopelus bolini* NAFPAKITIS, 1975 (Pl. 5, Figs 1-5); *N. caudispinosus* (JOHNSON, 1863) (Pl. 7, Figs. 8-9); *N. elongatus elongatus* (COSTA, 1844) (Pl. 7, Figs. 1-3); *N. elongatus kroyeri* (MALM, 1861) (Pl. 7, Figs. 4-7); *N. resplendens* (RICHARDSON, 1845) (Pl. 6, Figs. 1-6).

#### *Notoscopelus bolini* NAFPAKITIS, 1975

Pl. 5, Figs. 1-11

#### Remarques

L'acquisition récente d'une bonne collection de référence d'otolithes actuelles de *N. bolini* nous a convaincu que cette espèce existe dans plusieurs associations d'otolithes du Pliocène méditerranéen. Les exemplaires figurés par NOLF & CAPPETTA (1989, pl. 6, fig. 21-23) sous le nom de *N. resplendens* (RICHARDSON, 1845) appartiennent bien à cette dernière espèce, mais plusieurs spécimens parmi le matériel non figuré du Puget-sur-Argens appartiennent à *N. bolini*.

#### Rapports et différences

Les otolithes de cette espèce se rapprochent le plus de celles de *N. elongatus elongatus* (Pl. 7, Figs. 1-3). Elles s'en distinguent cependant par un nombre de denticules plus restreint (9 à 12) à leur bord ventral, par leur rostre moins saillant, par leur bord postérieur plus arrondi et par leur longueur moins considérable.

#### Répartition

Italie septentrionale: rare dans le Tortonien de Sant Agata Fossili et du Rio Mazzapiedi; Zanclien de Monticello, près d'Alba. Sud-Est de la France: Zanclien du Puget-sur-Argens. Actuel: Méditerranée et zone centrale et orientale



de l'Atlantique entre 50° et 38° N et au large de la Mauritanie.

***Notoscopelus elongatus* (COSTA, 1844) subsp. ind.**  
Pl. 7, Figs. 10-11

- 1977 *Notoscopelus* sp. - NOLF, p. 19, pl. 2, figs. 20-21;  
1979 *Notoscopelus* aff. *elongatus* (COSTA, 1844) - HUYGHEBAERT & NOLF, p. 71, pl. 2, figs. 15-16;  
1979 *Notoscopelus* aff. *kroyerii* (MALM, 1861) - HUYGHEBAERT & NOLF, p. 71, pl. 2, fig. 12;  
?1979 *Myctophum* sp. - MENZEL, 1979, p. 90, pl. 2, fig. 2.

**Remarques**

Dans la nature actuelle, *N. elongatus* est représenté par deux sous-espèces vicariantes: *N. elongatus elongatus* (Pl. 7, Figs. 1-3) en Méditerranée et *N. elongatus kroyerii* (Pl. 7, Figs. 4-7) en Atlantique nord. Il nous semble que les otolithes adultes de ces deux sous-espèces peuvent être distinguées: celles de *N. elongatus elongatus* sont un peu plus allongées, ont la cauda plus étroite et ne présentent pas de portion postéro-dorsale étendue vers le haut, mais ces caractères ne sont pas encore développés chez les exemplaires juvéniles.

**Répartition**

On connaît des Sables de Zonderschot (Miocène Inférieur ou Moyen de la Belgique), des otolithes juvéniles de *Notoscopelus* du groupe *elongatus* (Pl. 7, Figs. 10-11), qui ne sont donc pas identifiables au niveau de la sous-espèce. Il nous semble d'ailleurs que la distinction de deux sous-espèces vicariantes actuelles ait peu de sens à cette époque.

***Notoscopelus mediterraneus* (KOKEN, 1891)**  
Pl. 8, Figs. 1-8

- 1891 *O. mediterraneus* - KOKEN, p. 122, fig. 15;  
1905 *Otolithus (Berycidarum) mediterraneus* KOK. - SCHUBERT, p. 632, pl. 17, fig. 20, (non 19);  
1950 *Scopelus mediterraneus* (KOKEN) - WEILER, p. 213, pl. 1, figs. 3, 4;  
1965 *Ot. (Myctophidarum) mediterraneus* (KOKEN) - BRZOBHATY, p. 144, pl. 1, fig. 15, pl. 2, fig. 15;  
1965 *Otolithus (Berycidarum) mediterraneus* KOKEN - ZILCH, p. 463, pl. 37, fig. 2;  
non 1966 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - SMIGIELSKA, p. 232, pl. 13, fig. 12;  
1967 *Ot. (Myctophidarum) mediterraneus* (KOKEN) - BRZOBHATY, p. 236, pl. 10, fig. 9;  
non 1968 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - DIENI, p. 255, pl. 1, fig. 5, pl. 2, figs. 1, 5;  
non 1969 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - ANFOSSI & MOSNA, p. 32, pl. 6, figs. 2, 3;  
non 1970 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - ROBBA, p. 105, pl. 8, fig. 3;  
?1975 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - HOLEC, p. 255, pl. 1, fig. 2;

- non 1976 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - ANFOSSI & MOSNA, p. 20;  
?1978 *Myctophum mediterraneum* (KOKEN) - HOLEC, pl. 17, fig. 5;  
1981 *Symbolophorus meridionalis* STEURBAUT, 1979 - NOLF, p. 138 (non STEURBAUT, 1979);  
1983 *Notoscopelus mediterraneus* (KOKEN) - BRZOBHATY, pl. 4, fig. 3.

**Remarques**

L'holotype de cette espèce est une otolithe incomplète, à laquelle manque une bonne partie de sa portion postérieure (voir photo dans ZILCH pl. 37, fig. 2); il provient de Hrusovany (=Grusbach) en Moravie. Cette pièce fut jugée insuffisante pour définir une espèce par STEURBAUT (1979, p. 61) et par NOLF (1985, p. 113). Un nouveau nom, *Symbolophorus meridionalis*, fut introduit par STEURBAUT (1979) pour désigner des otolithes d'apparence similaire des Marnes de Saubrigues et de plusieurs autres dépôts miocènes d'Europe méridionale; le spécimen douteux de KOKEN fut inclus dans la synonymie de *S. meridionalis*, avec un point d'interrogation.

Actuellement, nous disposons d'une excellente série d'otolithes provenant du Badenien de Moravie, et aussi de matériel provenant de Hrusovany. L'holotype d'*O. mediterraneus* s'intègre parfaitement dans cette série, et nous estimons que l'espèce de KOKEN peut être maintenue. Une comparaison de cette série (Pl. 8, Figs. 1-8) avec une série d'otolithes de *Symbolophorus meridionalis* des Marnes de Saubrigues et de Haut-Bernet (Pl. 8, Figs. 9-15) montre qu'il s'agit de deux espèces distinctes. Les otolithes de *Notoscopelus mediterraneus* se distinguent de celles de *S. meridionalis* par leur forme plus allongée, leur rostre plus court, l'absence d'une excisura nette, leur ostium plus étroit, leur portion antéro-dorsale moins étendue et leur face interne plus plate.

**Répartition**

*N. mediterraneus* n'est connu que du Karpatien et du Badenien de la Paratéthys centrale.

***Notoscopelus resplendens* (RICHARDSON, 1845)**  
Pl. 6, Figs. 1-11

- 1968 *Myctophum splendidum* (PROCHAZKA) - DIENI, p. 260, pl. 1, fig. 6 (non PROCHAZKA, 1893);  
?1968 *Myctophum oroseinum* n. sp. - DIENI, p. 262, pl. 1, fig. 8, pl. 2, fig. 2;  
1969 *Notoscopelus resplendens* RICHARDSON - FITCH, p. 8, pl. 1, fig. m;  
1970 *Myctophum oroseinum* DIENI - ROBBA, p. 106, pl. 8, figs. ?4, 5;  
?1972 *Myctophum oroseinum* DIENI - ANFOSSI & MOSNA, p. 99, pl. 16, fig. 4;  
1979 *Myctophum oroseinum* DIENI - SCHWARZHANS, p. 6, pl. 1, figs. ?1, 2, ?3, ?pl. 11, fig. 124;  
1980 *Notoscopelus resplendens* (RICHARDSON, 1845) - SCHWARZHANS, p. 65, text-figs. 195-197;  
1983 *Notoscopelus elongatus* (COSTA, 1844) - NOLF &



STEURBAUT, p. 159, pl. 3, figs. 15-16 (non COSTA, 1844);

1986 *Notoscopelus resplendens* (RICHARDSON, 1845) - SCHWARZHANS, p. 223, pl. 5, fig. 54;

1989 *Notoscopelus resplendens* (RICHARDSON, 1845) - NOLF & CAPPETTA, p. 219, pl. 6, figs. 21-24.

#### Rapports et différences

Les otolithes de *N. resplendens* se rapprochent de celles de *N. bolini* et *N. elongatus*, mais elles en diffèrent par leur hauteur plus considérable et leur angle prédorsal plus saillant. Chez *N. resplendens*, la portion antérieure de l'ostium est souvent plus large et le bord postérieur plus tronqué. Ces différences restent cependant délicates et ne sont bien nettes que chez des exemplaires de grande taille.

#### Répartition

Tortonien d'Italie septentrionale (Sant Agata Fossili); Pliocène méditerranéen (Le-Puget-sur-Argens, Sicile, Sardaigne, Italie septentrionale); Miocène Supérieur et Pliocène de Nouvelle-Zélande; Pléistocène de Californie. Actuel: espèce quasiment cosmopolite dans les eaux tropicales et subtropicales.

Genre *Symbolophorus* BOLIN in WISNER & BOLIN, 1959

Espèces actuelles étudiées: *Symbolophorus barnardi* TAANING, 1932; *S. boops* RICHARDSON, 1845 (Pl. 8, Fig. 16); *S. californiensis* (EIGENMANN & EIGENMANN, 1889); *S. evermanni* (GILBERT, 1905); *S. reversus* BOLIN & WISNER, 1959; *S. rufinus* (TAANING, 1928); *S. veranyi* (MOREAU, 1888) (Pl. 8, Figs. 17-19).

*Symbolophorus meridionalis* STEURBAUT, 1979  
Pl. 8, Figs. 9-15

1979 *Symbolophorus meridionalis* n. sp. - STEURBAUT, p. 60, pl. 3, figs. 1-3, pl. 12, fig. 5;

1984 *Symbolophorus meridionalis* STEURBAUT, 1979 - STEURBAUT, p. 51, pl. 8, figs. 1-2;

1985 *Symbolophorus meridionalis* STEURBAUT, 1979 - NOLF, p. 56, fig. 47 E.

#### Rapports et différences

Les otolithes fossiles qui se rapprochent le plus de celles de *S. meridionalis* sont celles de *Notoscopelus mediterraneus* (voir sous cette espèce pour les rapports et différences entre ces deux espèces). Les otolithes adultes de *S. meridionalis* sont surtout caractérisées par leur forme allongée et régulièrement elliptique, leur rostre et antirostre saillants, et par leurs angles pré- et postéro-dorsal légèrement en saillie. La crête colliculaire caudale est assez forte.

L'identification générique de STEURBAUT se trouve appuyée par une comparaison avec les otolithes des espèces actuelles du groupe "*S. veranyi* - *S. boops*" (voir

respectivement Pl. 8 Fig. 16 et Figs. 17-19) défini par GAGO (1993). Les otolithes de *S. meridionalis* s'en distinguent surtout par leur hauteur moins considérable.

#### Répartition

Aquitaine: Argile Sableuse de Haut-Bernet, gisement "Les Platanes" à Saint-André-de-Seignanx (Zone à nannoplancton calcaire NN3); Zones à Nannoplancton calcaire NN4 et NN5 des Marnes de Saubrigues.

Une troisième espèce du Tertiaire européen a été attribuée au genre *Symbolophorus*: *S. haereticus* BRZOBOHATY & SCHULTZ, 1978, mais nous croyons maintenant que cette espèce doit être attribuée au genre *Diaphus*.

#### Conclusions

La présente étude s'inscrit dans le cadre plus étendu d'une révision de toutes les espèces de myctophidés basées sur des otolithes des terrains tertiaires d'Europe. A l'Eocène, des otolithes de myctophidés n'ont été décrites que du Bassin d'Aquitaine (six espèces du genre *Diaphus*; voir NOLF, 1988). Pour l'Oligocène, six espèces de *Diaphus* ont été reconnues par BRZOBOHATY & NOLF (1995), auxquelles s'ajoutent encore *Lobianchia* aff. *dofleini* du Chattien d'Aquitaine et un *Diaphus* sp. du Chattien allemand, attribué à *D. debilis* (KOKEN, 1891) par SCHWARZHANS (1994, p. 63). Cette dernière identification ne pourra cependant être confirmée qu'après révision des *Diaphus* néogènes, l'holotype de l'espèce concernée provenant du Langenfeldien (Miocène Supérieur) d'Allemagne.

De nombreux myctophidés sont connus des terrains néogènes d'Europe et la majeure partie de ceux-ci appartient au genre *Diaphus* dont la révision reste à faire. Par une révision des genres *Benthosema*, *Hygophum*, *Lampadena*, *Notoscopelus* et *Symbolophorus*, la présente note fournit en fait un aperçu complet des myctophidés du Néogène européen (à l'exception du genre *Diaphus*), car aucun problème taxonomique ne subsistait pour les genres *Bolinichthys*, *Ceratoscopelus*, *Electrona*, *Lampanyctus*, *Lampichthys* et *Myctophum*. Un aperçu complet de ces myctophidés "non-*Diaphus*" des terrains tertiaires d'Europe est donc fourni dans le Tableau 1. Afin d'éviter toute confusion, nous ajoutons aussi un index de citations douteuses et synonymes (Appendice 1).

A partir des données présentées dans le Tableau 1, on est tenté de conclure que les myctophidés "non-*Diaphus*" ne seraient apparus que vers la limite Oligo-Miocène. Nous croyons cependant que cette image est faussée et biaisée par le fait que les terrains néogènes d'Europe ont fourni des faunes beaucoup plus riches en myctophidés, provenant surtout de plusieurs faciès où les otolithes de poissons d'eau profonde abondent: argiles du Badenien Inférieur, du Tortonien et du Zancien. L'existence de myctophidés "non-*Diaphus*" à l'Eocène est d'ailleurs démontrée par la présence du genre actuel *Protomyctophum* dans la Formation de La Meseta (Ile Seymour, Antarctique) (NOLF & LONG, données inédites).



Le Tableau 1, illustre avant tout que ce n'est que dans le domaine méditerranéen (incluant la dépendance de la Paratéthys) que les données nous instruisent quelque peu sur l'histoire des myctophidés dans ce bassin, quoique notre échantillonnage reste fort éclectique. La plupart de nos échantillons du Miocène Inférieur proviennent des Collines de Torino, Italie septentrionale. Pour l'Aquitainien, nous ne disposons que d'un seul échantillon (Moleto). Celui-ci est dominé par des otolithes de *Diaphus*, mais ne contient pas d'autres myctophidés. Pour le Burdigalien, nous disposons de quelques gisements dans le Complexe de Termo Fora et d'un gisement mal daté dans la Pietra da Cantoni (Ponzano). Le Burdigalien terminal de la Paratéthys a livré deux espèces (*Hygophum weileri*, *Lampanyctus carpaticus*) qui ne sont connues que là et une (*Notoscopelus mediterraneus*) qui n'est connue que dans le Karpatien et le Badenien Inférieur de la Paratéthys.

Pour le Langhien, nous ne disposons d'aucun bon échantillon en domaine méditerranéen, mais le Badenien Inférieur, son équivalent dans la Paratéthys, a fourni une riche association. Là encore, quatre espèces ne sont connues que de la Paratéthys (*Hygophum murbani*, *Lampadena speculigeroides*, *Lampichthys schwarziansi* et *Notoscopelus mediterraneus*). Vu la parcimonie de notre échantillonnage, il est difficile de dire s'il s'agit là d'endémismes de la Paratéthys. Toujours est-il que toutes ces espèces n'ont pas été trouvées dans le Paléocanyon de Saubrigues (Aquitaine), où le Burdigalien et le Langhien ont été très intensément fouillés. Le Serravallien, généralement de faciès molassique et légèrement grésifié en Italie septentrionale, ne nous a fourni aucun gisement utile.

Le Tortonien d'Italie septentrionale a livré de très belles faunes d'eau profonde, de même que le Zancien où il faut surtout mentionner le gisement exceptionnellement bien documenté du Puget-sur-Argens (Sud-Est de la France). Pour le Messinien qui s'intercale entre les deux étages précités, nous ne disposons que de squelettes de myctophidés dont les relations avec les espèces basées sur des otolithes restent mal établies (voir introduction). Le Plaisancien a été beaucoup moins intensément échantillonné que le Zancien, mais nous disposons de quelques bons échantillons du Plaisancien terminal et du Pléistocène de la coupe de Vrica, en Calabre. Cette collection sera étudiée ultérieurement par NOLF & CAPETTA, mais les résultats d'un examen préliminaire des myctophidés sont inclus dans nos tableaux.

#### *Myctophidés fossiles de la Méditerranée*

La répartition stratigraphique des myctophidés "non-*Diaphus*" dans le domaine méditerranéen (incluant la Paratéthys) est donnée dans le Tableau 2 où nous avons également mis les espèces actuelles méditerranéennes non connues à l'état fossile.

Quoique de nombreux *Diaphus* existent en domaine méditerranéen depuis l'Eocène Supérieur (Priabonien), ce n'est qu'au Burdigalien qu'on y constate l'apparition d'autres genres de myctophidés: *Lampadena*, *Lobianchia*

et *Hygophum*. Ces deux derniers genres y sont déjà représentés par des espèces actuelles. Au Burdigalien terminal (Karpatien) apparaissent les genres *Lampanyctus* et *Notoscopelus* dans la Paratéthys centrale. Une espèce, *Lampanyctus carpaticus* y abonde et disparaît dès le début du Badenien; elle n'a jamais été récoltée dans le Burdigalien d'Italie ou d'Aquitaine.

Au Langhien (Badenien Inférieur) apparaissent les genres *Benthosema* et *Lampichthys*, dont le dernier n'est plus représenté dans des niveaux plus récents, ni dans la faune actuelle de la Méditerranée. Au Tortonien, un genre (*Scopelopsis*) et six espèces dont trois actuelles font leur apparition. Une de ces dernières, *Notoscopelus resplendens* n'existe plus en Méditerranée actuelle. Il en est de même pour le genre *Scopelopsis*. Pour le Messinien, les otolithes ne fournissent guère de données, sauf celles de *Ceratoscopelus miocenicus* trouvées in situ. La présence des genres *Ceratoscopelus*, *Diaphus*, *Lampanyctus*, *Lobianchia* et *Myctophum* y est toutefois documentée par du matériel ostéologique (BIANUCCI & LANDINI, 1993).

Au Pliocène (Zancien), apparaissent les genres *Bolinichthys* et *Electrona* et un cortège de six espèces dont quatre actuelles. Trois de celles-ci ainsi que le genre *Bolinichthys* ont disparu de la faune récente de la Méditerranée. Le Tableau 3 montre l'apparition et la disparition de tous les genres et espèces actuelles dont on connaît des fossiles dans le domaine méditerranéen (incluant la Paratéthys). Ce tableau fournit un renseignement très instructif: tous les taxa qui, dans la nature actuelle, vivent seulement hors de la Méditerranée, y ont disparu depuis la fin du Zancien. Il est vrai que nous savons peu de choses sur les poissons d'eau profonde du Plaisancien et, de ce fait, nous ne pouvons conclure si un changement brusque s'est opéré au début du Plaisancien ou si, par contre, ces taxa ont disparu graduellement au cours du Plaisancien. Toujours est-il qu'au Plaisancien terminal (Geliasien), des otolithes des actuels *Lampanyctus crocodilus* et *Myctophum punctatum* apparaissent dans la coupe de Vrica et les espèces actuelles *Hygophum benoiti* et *Lampanyctus pusillus* y sont représentées par du matériel ostéologique (LANDINI & MENESINI, 1978). Par contre, on n'y trouve plus tous ces taxa zanciens qui, actuellement, vivent seulement hors de la Méditerranée.

Il semble donc que jusqu'à la fin du Zancien, des conditions plus franchement océaniques que maintenant ont régné en Méditerranée. Après cette époque, la détérioration climatique progressive a conduit à l'appauvrissement de la faune d'eau profonde, malgré l'apparition de quelques espèces nouvelles à la fin du Plaisancien. Il paraît certain que la détérioration climatique et l'isolement de la Méditerranée dès le Pliocène terminal ont été davantage destructifs pour la faune océanique paléoméditerranéenne que la crise de salinité du Messinien. Ce ne sont d'ailleurs pas seulement les faunes de téléostéens qui suggèrent une telle interprétation: dans une note sur les sélaciens pliocènes du Puget-sur-Argens, CAPETTA & NOLF (1991) aboutissent à une même conclusion.

Le Tableau 2 montre également l'importance exceptionnelle que prennent les otolithes pour la compréhén-



sion de la mise en place et l'histoire de la faune ichthyologique méditerranéenne. Dix des quinze myctophidés "non-Diaphus" peuplant la Méditerranée actuelle sont

connus à l'état fossile et, en outre, quatorze espèces éteintes et quatre espèces extra-méditerranéennes se trouvent également documentées par des otolithes.

## Index bibliographique

- ANFOSSI, G., BRAMBILLA, G. & MOSNA, S., 1983. La Fauna del Pliocene di Tano (Varese). *Atti dell'Istituto geologico della Università di Pavia*, **30**(1): 83-102.
- ANFOSSI, G. & MOSNA, S., 1969. Otoliti del Bacino Terziario Ligure-Piemontese. *Atti dell'Istituto geologico della Università di Pavia*, **20**: 23-49.
- ANFOSSI, G. & MOSNA, S., 1971. Alcuni otolithi del Miocene Medio-Superiore Tortonese. *Atti dell'Istituto geologico della Università di Pavia*, **21**: 138-147.
- ANFOSSI, G. & MOSNA, S., 1972. Otoliti del Pliocene Inferiore di Lugagnano. *Atti dell'Istituto geologico della Università di Pavia*, **23**: 90-118.
- ANFOSSI, G. & MOSNA, S., 1976. Otoliti del Pliocene Inferiore della Liguria Occidentale.- *Atti della Istituto geologico della Università di Pavia*, **26**: 15-29.
- BEDINI, E., FRANCALACCI, P. & LANDINI, W., 1986. I Pesci fossili del Miocene superiore di Montefiore Conca e Mondiano (Forlì). *Memorie del Museo civico di storia naturale di Verona (Ila Serie), Sezione scienze della terra*, **1986** (3): 1-66.
- BIANUCCI, G. & LANDINI, W., 1994. Systematic and biogeographical relationships of some Neogenic Mediterranean groups of marine vertebrates (teleost fishes and odontocete cetaceans). *Paleontologia i evolucio*, **24-25** (1992): 185-197.
- BONSIGNORE, G., BORTOLAMI, G., ELTER, G., MONTRASIO, A., PETRUCCI, F., RAGNI, U., SACCHI, R., STURANI, C. & ZANELLA, E., 1969. Note illustrative della carte geologica d'Italia alla scala 1: 100.000, foglie 56 e 57: Torino - Vercelli. 96 pp.
- BRZOBHATY, R., 1964. Poznámka k vyzkumu rybích otolithu z terciéru Západních Karpat. *Zprávy o geologických vyzkumech*. (1963), **1**: 275-276.
- BRZOBHATY, R., 1965. Fisch-Otolithen (Pisces, Teleostei) aus dem Karpatien von Nosislav (Mittelmiozän, Südmähren). *Acta Musei Moraviae, Scientiae naturales*, **50**: 107-128.
- BRZOBHATY, R., 1967. Die Otolithenfauna der karpatischen Serie. *Chronostratigraphie und Neostatotypen*, **1**: 230-243.
- BRZOBHATY, R., 1975. Otolith's zones in the Miocene of the West Carpathians and East Alps. *Proceedings of the Vth Congress RCMNS, Bratislava, September 1975*, **70** - 74.
- BRZOBHATY, R., 1982. Die Fischfauna der kalkigen Tone (Unter Badenien) von Brno-Kralovo Pole und ihre paläogeographische Bedeutung. *Acta Musei Moraviae, Scientiae naturales*, **67**: 57-64.
- BRZOBHATY, R., 1983. Fish otoliths from the West Carpathian Tertiary and their biostratigraphical significance. *Miscellanea micropalaeontologica, Knihovnicka Zemního Plynu a Nafty*, **4**: 247-266.
- BRZOBHATY, R., 1986. Einige neue Arten von Knochenfischen (Teleostei, Otolithen) aus dem Westkarpatischen Tertiär. *Acta Musei Moraviae, Scientiae naturales*, **71**: 55-71.
- BRZOBHATY, R., 1994. Die Fischotolithen des Badenien von Gainfarn, Niederösterreich (Mittelmiozän, Wiener Becken). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, **96 A**: 67-93.
- BRZOBHATY, R. & NOLF, D., 1995. *Diaphus* otoliths from the European Oligocene (Myctophidae, Teleostei). *Bulletin de l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique, Sciences de la terre*, **65**: 257-268.
- BRZOBHATY, R. & SCHULTZ, O., 1978. Die Fischfauna des Badenien. *Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratéthys*, **6** (Badenien): 441-454.
- CAHUZAC, B., JANIN, M-C. & STEURBAUT, E., sous presse. Biostratigraphie de l'Oligo-Miocène du Bassin d'Aquitaine fondée sur les nannofossiles calcaires. Implications paléogéographiques. *Géologie de la France*.
- CAPPETTA, H. & NOLF, D., 1991. Les Sélaciens du Pliocène inférieur de Le-Puget-sur-Argens (Sud-Est de la France). *Palaentographica A*, **218**: 49-67.
- CITA, M.B., (1975). The Mio/Pliocene boundary: history and definition In: SAITO, T. & BURCKLE, L (ed.): Late Neogene Epoch boundaries. *Micropaleontology, Special Publication*, **1**: 1-30.
- CLAUZON, G., SUC, J.P., AGUILAR, J.P., AMBERT, P., CAPPETTA, H., CRAVATTE, J., DRIVALIARI, A., DOMANECH, R., BUBAR, M., LEROY, S., MARTINELL, J., MICHAUX, J., POIRON, P., RUBINO, J.P., SAVOYE, B. & VERNET, J.L., 1990. Pliocene geodynamic and climatic evolution in the French Mediterranean region. *Paleontologia i Evolucio, Memoria Especial*, **2**: 131-186.
- DIENI, I., 1968. Gli otolithi del Pliocene inferiore di Orosei (Sardegna). *Memorie della Accademia Patavina di SS. LL. AA., Classe di Scienze Matematiche e Naturali*, **80** (1967-68): 243-284.
- FITCH, J., 1969. Fossil lanternfish otoliths of California, with notes on fossil Myctophidae of North America. *Los Angeles County Museum of Natural History Contributions in Science*, **173**: 1-20.
- FROST, G.A., 1924. Otoliths of fishes from the Tertiary formations of New Zealand. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, **55**: 605-614.
- FROST, G.A. 1933. Otoliths from the Tertiary formations of New Zealand. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, **63**: 133-142.
- GAEMERS, P.A.M. & SCHWARZHANS, W., 1973. Fisch-Otolithen aus dem Pliozän von Antwerpen (Belgien) und Ouwkerk (Niederlande) und aus dem Plio- Pleistozän der Westerschelde (Niederlande). *Leidse geologische Mededelingen*, **49**(2): 207-257.
- GAEMERS, P.A.M. & SCHWARZHANS, W., 1982. Fisch-Otolithen aus der Typuslokalität der obermiozänen Sylt-Stufe (Morsum-Kliff, Insel Sylt, Nordwestdeutschland). *Leidse Geologische Mededelingen*, **52**(2): 119-177.
- GAGO, J. F., 1993. Morphology of the saccular otoliths of six species of lanternfishes of the genus *Symbolophorus* (Pisces: Myctophidae). *Bulletin of Marine Science*, **52**(3): 949-960.
- GRENFELL, H.R., 1984. Early Miocene teleost otoliths from Parengarenga Harbour, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, **27**: 51-96.



- HEINRICH, W.D., 1969. Fischotolithen aus dem Obermiozän von Hohen Woos. *Geologie*, **18**, Beiheft 67: 1-111.
- HOLEC, P., 1975. Fisch-Otolithen aus dem Baden (Miozän) des nördlichen Teiles des Wiener Beckens und der Donau-Tiefebene. *Geologický zborník, Geologica Carpathica*, **26**(2): 253-266.
- HOLEC, P., 1978. Fischotolithen aus dem Baden (Miozän) des nördlichen Teiles des Wiener Beckens und des Donaubeckens in der Slowakei. *Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, Geologica*, **33**: 149-176.
- HUYGHEBAERT, B. & NOLF, D., 1979. Otolithes de téléostéens et biostratigraphie des Sables Zonderschot (Miocène Moyen de la Belgique). *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, **16**(2): 59-100.
- IACCARINO, S. & MOSNA, S., 1976. Segnalazione di un associazione a otoliti nel Messiniano del Pedepennino Reggiano. *Atti dell'Istituto geologico della Università di Pavia*, **25**: 106-111.
- KOKEN, E., 1891. Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen, 2. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, **40**: 77-170.
- LANDINI, W. & MENESINI, E., 1978. L'ittiofauna plio-pleistocenica della sezione della Vrica (Crotona - Calabria). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **17**(2): 143-175.
- MAGNE, J., 1978. Etudes microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée nord-occidentale. Le Néogène du Languedoc Méditerranéen. Laboratoire de Géologie méditerranéenne C.N.R.S., Université Paul Sabatier, Toulouse, 435 pp.
- MENZEL, H., 1991. Die Fischfauna aus dem Mittelmiozän von Twistringen. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Bremen*, **39**: 83-127.
- MENZEL, H., 1991. Revision der Fischfauna von Twistringen (Mittelmiozän, Ber. Bremen). *Der Aufschluss*, **42**: 201-206.
- NAFAKITIS, B.G., BACKUS, R.H., CRADDOCK, J.E., HAEDRICH, R.L., ROBINSON, B.H. & KARNELLA, C., 1977. Family Myctophidae. In: *Fishes of the Western North Atlantic. Memoir Sears Foundation for Marine Research*, **1** (7): 13-265.
- NOLF, D., 1977. Les otolithes des téléostéens de l'Oligo-Miocène Belge. *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, 1976, **106**(1): 3 - 119.
- NOLF, D., 1981. Revision des types d'otolithes de poissons fossiles décrits par R. SCHUBERT. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **1981** (2): 133-183.
- NOLF, D., 1985. Otolithi Piscium. In: H.P. SCHULTZE (ed.): *Handbook of Paleoichthyology*, 10. Fischer, Stuttgart and New York, pp. 1-145.
- NOLF, D., 1988. Les otolithes de téléostéens éocènes d'Aquitaine et leur intérêt stratigraphique. *Mémoire de l'Académie royale de Belgique. Classe des Sciences*, 4<sup>o</sup>, **19**(2): 1-147.
- NOLF, D. & CAPPETTA, H.C., 1989. Otolithes de poissons pliocènes du Sud-Est de la France. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **58** (1988): 209-271.
- NOLF, D. & CAVALLO, O. 1995. Otolithes de poissons du Pliocène Inférieur de Monticello, près d'Alba (Piemonte, Italie). *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, **16**: 11-40.
- NOLF, D. & STEURBAUT, E., 1983. Révision des otolithes de téléostéens du Tortonien stratotypique et de Montegibbio (Miocène Supérieur d'Italie septentrionale). *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, **20** (4): 143-197.
- NOLF, D. & STEURBAUT, E., 1988. Description de la première faune ichthyologique exclusivement bathyale du Tertiaire d'Europe: otolithes de l'Oligocène Inférieur du gisement de Pizzocorno, Italie septentrionale. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **57**: 217-230.
- RADWANSKA, U., 1992. Fish otoliths in the Middle Miocene (Badenian) deposits of Southern Poland. *Acta Geologica Polonica*, **42** (3-4): 141-328.
- ROBBA, E., 1970. Otoliti del Tortoniano-tipo (Piemonte). *Rivista Italiana Paleontologica*, **76** (1): 89-172.
- RÖGL, F. & STEININGER, F.F., 1983. Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranen Räumes. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, **85** (A): 135-153.
- SCHUBERT, R.J., 1905. Die Fischotolithen des österr.- ungar. Tertiärs. III. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **55**: 613-638.
- SCHUBERT, R., 1906. Einige Bemerkungen zur Fischfauna der Ämilia. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **1906** (12): 321-323.
- SCHUBERT, R.J., 1912. Die Fischotolithen der ungarischen Tertiärlagerungen. *Mitteilungen an dem Jahrbuch der Königlichen ungarischen geologischen Reichsanstalt*, **20**: 115-139.
- SCHÜTTENHELM, R.T.E., 1976. History and modes of carbonate deposition in the interior of the Piedmont Basin, NW Italy. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, **14**: 1-207.
- SCHWARZHANS, W., 1979. Otolithen aus dem Unter-Pliozän von Süd-Sicilien und aus der Toscana. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **A**, **8**: 1-52.
- SCHWARZHANS, W., 1980. Die Tertiäre Teleosteer-Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von Otolithen. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **A**, **26**: 1-211.
- SCHWARZHANS, W., 1986. Die Otolithen des Unter-Pliozän von Le Puget, S-Frankreich. *Senckenbergiana lethaea*, **67** (1-3): 219-273.
- SCHWARZHANS, W., 1994. Die Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän der Niederrheinischen Bucht. Systematik, Palökologie, Paläobiogeographie, Biostratigraphie und Otolithen-Zonierung. *Geologisches Jahrbuch*, **A**, **140**: 3-248.
- SMIGIELSKA, T., 1964. Otolity miocenske z obszaru krakowskiego i południowego obrzeżenia Gór Swietokrzyskich. *Odbitka ze sprawozdan z posiedzen komisji oddzialu pan v Krakowie*, 237-239.
- SMIGIELSKA, T., 1966. Otoliths of fishes from the Tortonian of Southern Poland. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **36**: 205-275.
- SPAAK, P., 1983. Accuracy in correlation and ecological aspects of the planktonic foraminiferal zonation of the Mediterranean Pliocene. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, **28**: 1-159.
- STEURBAUT, E., 1979. Les otolithes de Téléostéens des Marnes de Saubrigues (Miocène d'Aquitaine méridionale, France). *Palaeontographica A*, **166**: 50-91.
- STEURBAUT, E., 1983. Les Otolithes de Téléostéens de la Formation de Tanaro (Langhien inférieur du Piémont, Italie septentrionale). *Geologica et Paleontologica*, **17**: 255-263.
- STEURBAUT, E., 1984. Les otolithes de téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Palaeontographica A*, **186** (1-6): 1-162.
- WEINFURTER, E., 1952. Die Otolithen der Wetzelsdorfer Schichten und des Florianer Tegels (Miozän, Steiermark). *Si-*



tzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, Mathem.-naturw. Klasse, Abteilung I, **161** (7): 455-498.

WEILER, W., 1950: Die Otolithen aus dem Jung-Tertiär Süd-Rumäniens. 2. Mittel-Miozän, Torton, Buglow und Sarmat. *Senckenbergiana*, **31** (3-4): 209-258.

WEILER, W., 1959: Miozäne Fisch-Otolithen aus der Bohrung S. Pablo im Becken von Veracruz in Mexiko. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, **109** (1): 147-172.

WEILER, W., 1962: Fisch-Otolithen aus dem oberen Mittelmiozän von Twistringen, Bez. Bremen (NW-Deutschland). *Geologisches Jahrbuch* **80**: 277-294.

WEILER, W., 1971: Fisch-Otolithen aus dem Jung-Tertiär Süd-Siziliens. *Senckenbergiana lethaea*, **52** (1): 5-37.

ZILCH, A., 1965: Die Typen und Typoide des Natur-Museums Senckenberg, 31: fossile Fisch-Otolithen. *Senckenbergiana lethaea*, **46a**: 453-490.

R. BRZOBOHATY  
Institute of Geology and Paleontology  
Masaryk University  
Kotlarska 2  
611 37 Brno  
Czech Republic

Dirk NOLF  
Département de Paléontologie  
Institut royal des Sciences naturelles  
de Belgique  
rue Vautier 29  
B - 1000 Bruxelles, Belgique.

Manuscrit soumis le 20 Juin 1995.

Manuscrit corrigé remis le 5 Décembre 1995

### Appendice 1: Espèces douteuses et synonymes dans le Tertiaire d'Europe.

*Aethoprora* sp., in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 24, pl. 3, figs. 5-6) = *Diaphus* (*Aethoprora*) sp.

*Bolinichthys* sp., in STEURBAUT (1984, p. 61, pl. 3, fig. 27) = spécimen juvénile.

*Ceratoscopus dorsalis* (SAUVAGE, 1870), in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 25, pl. 1, fig. 1), Otolith = *Diaphus*.

*Ceratoscopus miocenicus* n.sp., in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 27, pl. 3, figs. 9, 10) = ? *Ceratoscopus*.

*Ceratoscopus* sp., in IACCARINO & MOSNA (1976, pl. 17, fig. 10) = spécimen érodé, non identifiable.

*Diaphus vonhachti* n. sp., in SCHWARZHANS (1986, p. 230, pl. 3, figs. 37-38) = *Lobianchia* aff. *L. dofleini* (ZUGMAYER, 1911).

*Electrona* sp. 1, in ANFOSSI, BRAMBILLA & MOSNA (1983, pl. 7, fig. 2) = *Electrona rissoi*.

*Gymnoscopelus* sp., in ANFOSSI, BRAMBILLA & MOSNA (1983, pl. 7, fig. 5) = spécimen érodé, non identifiable.

*Hygophum* cf. *probenoiti* (ARAMBOURG, 1929), in WEILER (1971, p. 12, pl. 1, figs. 4, 5) et in SCHWARZHANS (1979, p. 12, pl. 4, fig. 38a,b, pl. 11, fig. 131) = spécimens non identifiées.

*Hygophum?* *orcaensis* n. sp., in SCHWARZHANS (1979, p. 14, pl. 4, fig. 40, pl. 11, fig. 134) = ? *Myctophum*.

*Hygophus?* n. sp., in WEILER, 1962, p. 280, pl. 1, fig. 9.

*Lampadena anomala* PARR, in ANFOSSI & MOSNA (1972, p. 98, pl. 16, fig. 2) = spécimen non identifiable.

*Lampanyctus licatae* (SAUVAGE, 1870), in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 42, pl. 1, fig. 4, pl. 3, figs. 3, 4) = otolithe érodée, mais fort semblable à celles de *Scopelopsis pliocenicus* (ANFOSSI & MOSNA, 1976). Si cette identité peut être démontrée, le nom de *Scopelopsis licatae* serait prioritaire.

*Lampanyctus obliquus* (WEIL.), in ANFOSSI & MOSNA (1976, p. 19, pl. 1, fig. 7) = spécimen juvénile, non identifiable.

*Lampanyctus obliquus* (WEIL.), in IACCARINO & MOSNA (1976, pl. 17, fig. 9) = spécimen juvénile, non identifiable.

*Lampanyctus* sp., in ANFOSSI & MOSNA (1976, p. 19, pl. 1, fig. 5) = spécimen érodé, non identifiable.

*Lampanyctus* sp., in SCHWARZHANS (1986, pl. 3, fig. 36) = *Lampanyctus photonotus* PARR, 1928.

*Lampanyctus* sp. 2, in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 46, pl. 2, figs. 3-4) = non identifiable sur la base de l'otolithe disponible.

*Lobianchia* sp., in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 47, pl. 2, fig. 5-6) = non identifiable sur la base de l'otolithe disponible.

*Myctophidarum biexcisus* n. sp., in GAEMERS & SCHWARZHANS (1982, p. 128, pl. 1, fig. 6a, b, c) = probablement une otolithe anormale.

*Myctophum columnae* (SAUVAGE, 1870), in BEDINI, FRANCALACCI & LANDINI (1986, p. 21, pl. 1, fig. 2, pl. 3, figs. 1, 2) = non identifiable sur la base de l'otolithe disponible.

*Myctophum latirostratum* (WEILER), in ANFOSSI & MOSNA (1969, p. 34, pl. 6, figs. 8, 9) = spécimens juvéniles, non identifiées.

*Myctophum obliquum* (WEILER), in ANFOSSI & MOSNA (1969, p. 34, pl. 6, figs. 6, 7) = spécimens juvéniles, non identifiées.

*Myctophum* aff. *phengodes*, in SCHWARZHANS (1986, p. 223) = spécimen non identifiable.

*Myctophum* aff. *punctatum* RAFINESQUE, 1810, in STEURBAUT (1983, p. 258, pl. 1, figs. 10-11) = spécimen érodé, non identifiable.

*Myctophum punctatum* RAFINESQUE, 1810, in NOLF & MARTINELL (p. 210, pl. 1, fig. 19) = otolithe non diagnostique.

*Myctophum tenue* (SCHUBERT), in ANFOSSI & MOSNA, (1969, p. 33, pl. 6, fig. 4) = ? *Hygophum* sp.

*Myctophum tenue murhani* (WEINFURTER), in ANFOSSI & MOSNA (1969, p. 34, pl. 6, fig. 5) = ? *Hygophum* sp.

*Myctophum* sp. 1, in ANFOSSI & MOSNA (1969, p. 35, pl. 7, fig. 3a,b) = myctophidé non identifiable

*Stenobranchius leucopsarus* (EIG. & EIG.), in ANFOSSI & MOSNA (1976, p. 21, pl. 3, fig. 1) = spécimen érodé, non identifiable.

*Triphoturus* sp., in SCHWARZHANS (1979, p. 16, pl. 4, fig. 47, pl. 12, fig. 136) = *Lampanyctus* sp.



## Explication des planches

## Abréviations utilisées:

- A = espèce actuelle  
 D = otolithe sacculaire droite  
 F = espèce fossile  
 (F) = espèce actuelle trouvée à l'état fossile  
 G = otolithe sacculaire gauche  
 a, b: les annotations Fig. a, b sont utilisées respectivement pour désigner des vues ventrale et interne; les numéros de figures non annotées d'une lettre désignent toujours des vues internes.

Les abréviations utilisées pour les Institutions sont celles de la liste "Standards in Herpetology and Ichthyology..." (LEVIATON *et al.*) pour les cas où les institutions citées sont repris dans cette liste:

- GPIUB = Katedra Geologie a Paleontologie, Masarykovy University, Brno, Tchequie  
 IRSNB = Institut royal des Sciences naturelles de Belgique  
 Joanneum = Landesmuseum Joanneum, Graz, Autriche.  
 ZMB = Museum für Naturkunde der Humboldt Universität zu Berlin

Les fossiles appartenant à l'IRSNB portent des numéros de la collection des types et spécimens figurés de poissons fossiles conservés à l'IRSNB. La collection des otolithes actuelles de l'IRSNB est rangée dans un ordre systématique, sans numérotation; les spécimens ici figurés portent la seule mention IRSNB.

## Explanation of the plates

## Abbreviations utilised

- A = Recent species  
 D = right saccular otolith  
 F = fossil species  
 (F) = Recent species found as fossil  
 G = left saccular otolith  
 a, b: the notations Fig. a, b are used to indicate respectively ventral and inner (=mesial) views. Figures with only numbers and no letter show inner views.

Institutional abbreviations are those of the list "Standards in Herpetology and Ichthyology..." (LEVIATON *et al.*) for all cases where the institutions cited are included in this list (see French text).

Figured specimens deposited in the collections of the Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB) bear the numbers of the collection of type and figured fossil fish specimens of the IRSNB. The Recent otoliths are part of the reference collection of Recent otoliths at the same Institution. The latter collection is arranged in systematic order without numbering; therefore, such specimens, when figured, bear only the notation "coll. IRSNB".

## PLANCHE 1

- Figs. 1-4 — *Benthousema suborbitale* (GILBERT, 1913).  
 1, 3 = G, 2, 4 = D; 2, 3 = actuel, Détroit de Floride (Florida Straits); 1, 4 = Zancien (Zancian), Le-Puget-sur-Argens (IRSNB P 4861, P. 4862).  
 Figs. 5-6 — *Benthousema fitchi* BRZOBOHATY & SCHULTZ, 1978.  
 D; Badenien (Badenian), Premyslovicé, 5 = holotype (GPIUB Inv. nr. 0252); 6 = paratype, (GPIUB Inv. nr. 0253).  
 Figs. 7-10 — *Benthousema glaciale* (REINHARDT, 1837).  
 G; actuel, Atlantique nord-ouest (Recent, Western North Atlantic) (coll. IRSNB).  
 Figs. 11-15 — *Benthousema aff. glaciale* (REINHARDT, 1837).  
 G; Tortonien (Tortonian), Alba (IRSNB P 6585 - P 6589).



## PLANCHE 2

Figs. 1-24 — *Hygophum hygomi* (LÜTKEN, 1829).

G; 1-6 = actuel, au large de Nouvelle-Calédonie (Recent, off New Caledonia); 7-12 = actuel, au large des Iles Canaries (Recent, off the Canaries); 13-14 = actuel, Atlantique nord-ouest (Recent, Western North Atlantic) (coll. IRSNB); 15-16 = Badenien (Badenian), Brno (Kralovo Pole) (IRSNB P 6590, P 6591); 17-24 = Zanclien (Zanclian), Le-Puget-sur-Argens (IRSNB P 6592 - P 6599).

## PLANCHE 3

Figs. 1-6 — *Hygophum macrochir* (GÜNTHER, 1864).

G; actuel, Mer des Antilles (Recent, Antillean Sea) (coll. IRSNB).

Figs. 7-8 — *Hygophum murbani* (WEINFURTER, 1952).

7 = G; Badenien (Badenian), Brno (Kralovo Pole) (IRSNB P 6600); 8 = D; Badenien (Badenian), Wetzeldorf, holotype (Joanneum, 62082).

Figs. 9-14 — *Hygophum atratum* (GARMAN, 1899).

G; actuel, Pacifique est (Recent, Eastern Pacific) (coll. IRSNB).

Figs. 15-16 — *Hygophum germanicum* HEINRICH, 1969.

D; Langenfeldien (Langenfeldian), Hohen Woos, 15 = paratype (ZMB Ot. 190), 16 = holotype (ZMB Ot. 189).

Figs. 17-19 — *Hygophum weileri* (BRZOBHATY, 1965).

G; Karpatien (Karpatian), Noslav, 17, 18 = paratypes (IRSNB P 6601, P 6602), 19 = holotype (GPIUB Inv. nr. 12360).

Figs. 20-23 — *Hygophum derthonensis* (ANFOSSI & MOSNA, 1969).

D; Tortonien (Tortonian), Alba (IRSNB P 6603 - P 6606).

## PLANCHE 4

Figs. 1-6 — *Lampadena gracile* (SCHUBERT, 1912).

G; 1 = Badenien (Badenian), Brno (Kralovo Pole) (IRSNB P 6607), 2-4, 6 = Badenien (Badenian), Premyslovice (IRSNB P 6608 - P 6612), 5 = Pietra da Cantoni, sud ouest de Ponzano (SW of Ponzano) (IRSNB P 6612).

Figs. 7-10 — *Lampadena dea* FRASER BRUNNER, 1949.

7, 8 = G; 9, 10 = D; Zanclien (Zanclian), Le-Puget-sur-Argens (IRSNB P 4896 - P 4899).

Fig. 11 — *Lampadena speculigera* GOODE & BEAN, 1896.

G; actuel, Atlantique, au sud-ouest de l'Irlande (Recent, Atlantic, SW of Ireland) (coll. IRSNB).

Figs. 12-16 — *Lampadena speculigeroides* n. sp. 12-14 = G, 15-16 = D; Badenien (Badenian), Brno (Kralovo Pole), 12 = holotype (IRSNB P 6613), 13-16 = paratypes (IRSNB P 6614 - P 6617).

## PLANCHE 5

Figs. 1-10 — *Notoscopelus bolini* NAFPAKITIS, 1975.

D; 1-5 = actuel, Atlantique, au large du Portugal (Recent, Atlantic, off Portugal) (coll. IRSNB), 6-11 = Zanclien (Zanclian), Le-Puget-sur-Argens (IRSNB P 6618 - P 6623).

## PLANCHE 6

Figs. 1-11 — *Notoscopelus resplendens* (RICHARDSON, 1845).

G; 1-6 = actuel, au large des Iles Canaries (Recent, off the Canaries) (coll. IRSNB), 7-10 = G, 11 = D; Tortonien (Tortonian), Santa Agata Fossili (IRSNB P 6624 - P 6628).

## PLANCHE 7

Figs. 1-3 — *Notoscopelus elongatus elongatus* (COSTA, 1844).

G; actuel (Recent), 1-2 = au large de la Sardaigne (off Sardinia); 3 = au large de Nice (off Nice) (coll. IRSNB).



- Figs. 4-7 — *Notoscopelus elongatus kroyeri* (MALM, 1861).  
G; actuel, au large du Portugal (Recent, off Portugal) (coll. IRSNB).  
Figs. 8-9 — *Notoscopelus caudispinosus* (JOHNSON, 1863).  
G; actuel, au large des Iles Canaries (Recent, off the Canaries) (coll. IRSNB).  
Figs. 10-11 — *Notoscopelus elongatus* (COSTA, 1844), subsp. ind.  
D; Burdigalien, Sables de Zonderschot (Burdigalian, Zonderschot Sands), Heist-op-den-Berg (IRSNB P 3181, P 3180).

## PLANCHE 8

- Figs. 1-8 — *Notoscopelus mediterraneus* (KOKEN, 1891).  
D; 1 = Badenien (Badenian), Hrusovany, topotype (IRSNB P 6629), 2-8 = Badenien (Badenian), Brno (Kralovo Pole) (IRSNB P 6630 - P 6636).  
Figs. 9-15 — *Symbolophorus meridionalis* STEURBAUT, 1979.  
9 = G, Marnes de Saubrigues (Saubrigues Marls), Saubrigues (Jean Tic), holotype (IRSNB P 3020); 10-18 = D; 10-11 = Argile Sableuse de Haut-Bernet (Haut-Bernet Sandy Clay), Saint-André-de-Seignanx (Les Platanes) (IRSNB P 6637, P 6638); 12-15 = Marnes de Saubrigues (Saubrigues Marls), Saubrigues (Laforie sous Bel Air) (IRSNB P 6639 - P 6642).  
Fig. 16 — *Symbolophorus boops* (RICHARDSON, 1845).  
G, actuel, au large de Cape Town (Recent, off Cape Town) (coll. IRSNB).  
Figs. 17-19 — *Symbolophorus veranyi* (MOREAU, 1888).  
D, actuel (Recent), 17 = au large du Portugal (off Portugal), 18-19 = au large des Iles Bermudes (off Bermudas) (coll. IRSNB).



Planche - Plate 1.

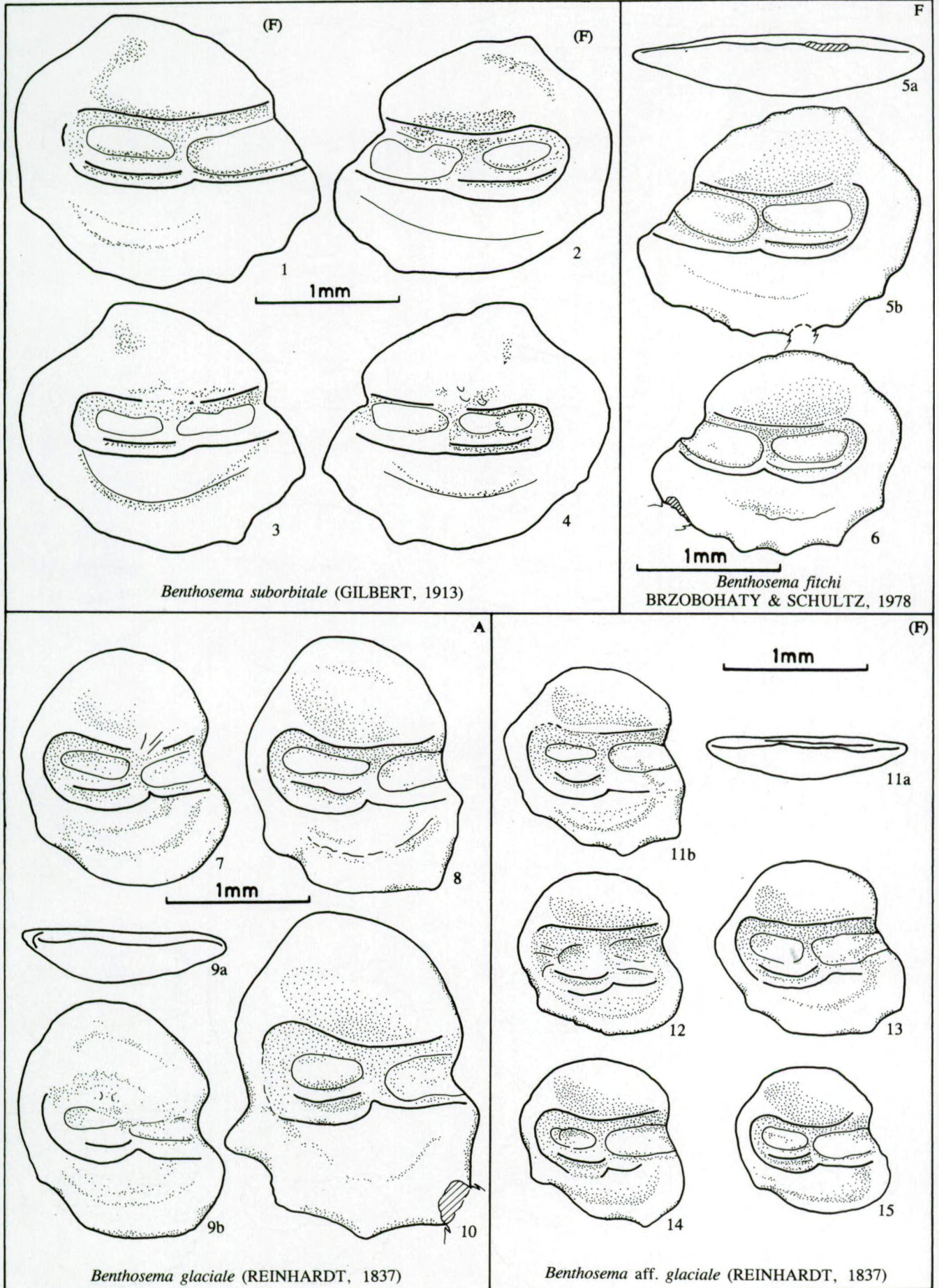




Planche - Plate 2.

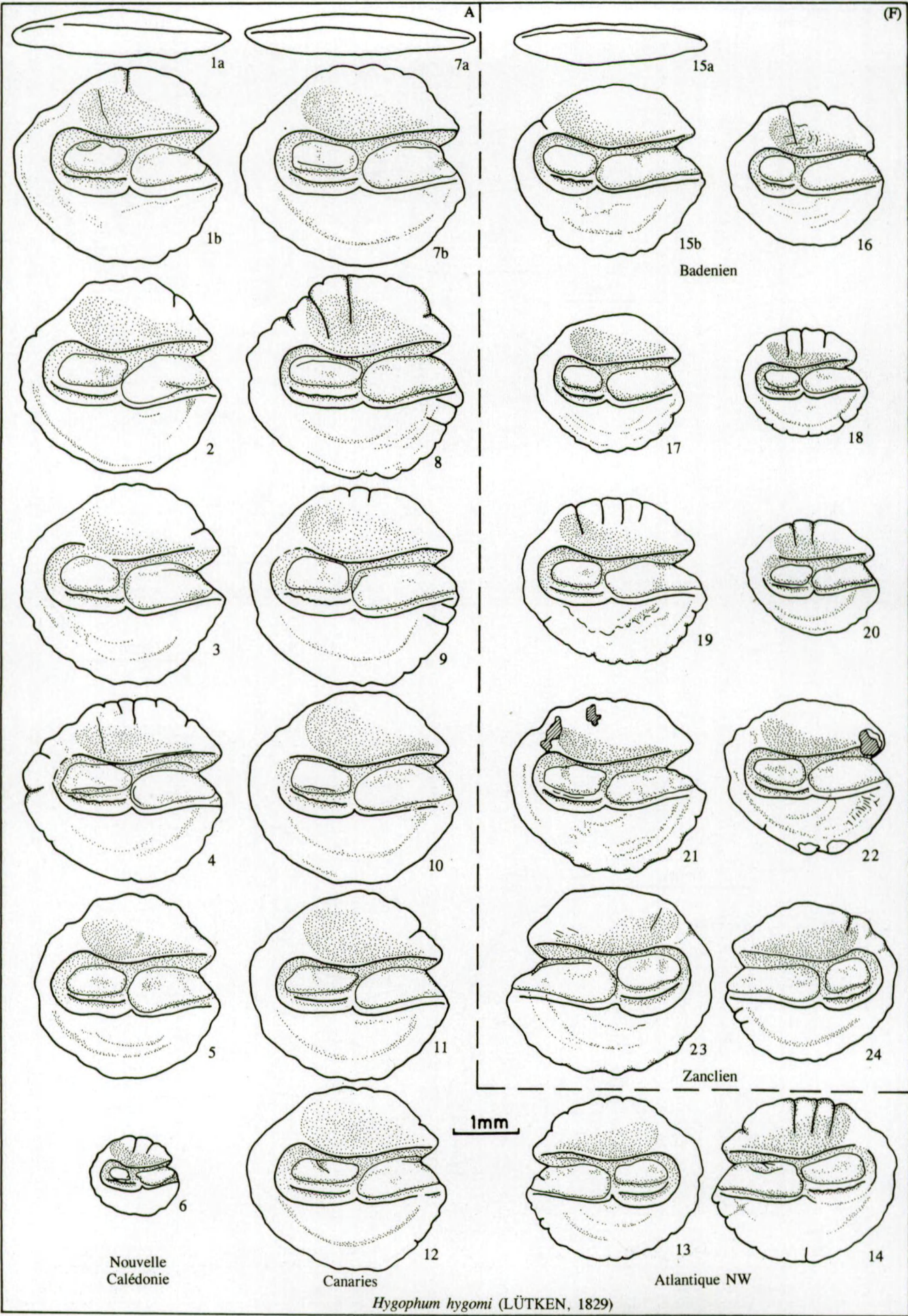




Planche - Plate 3.

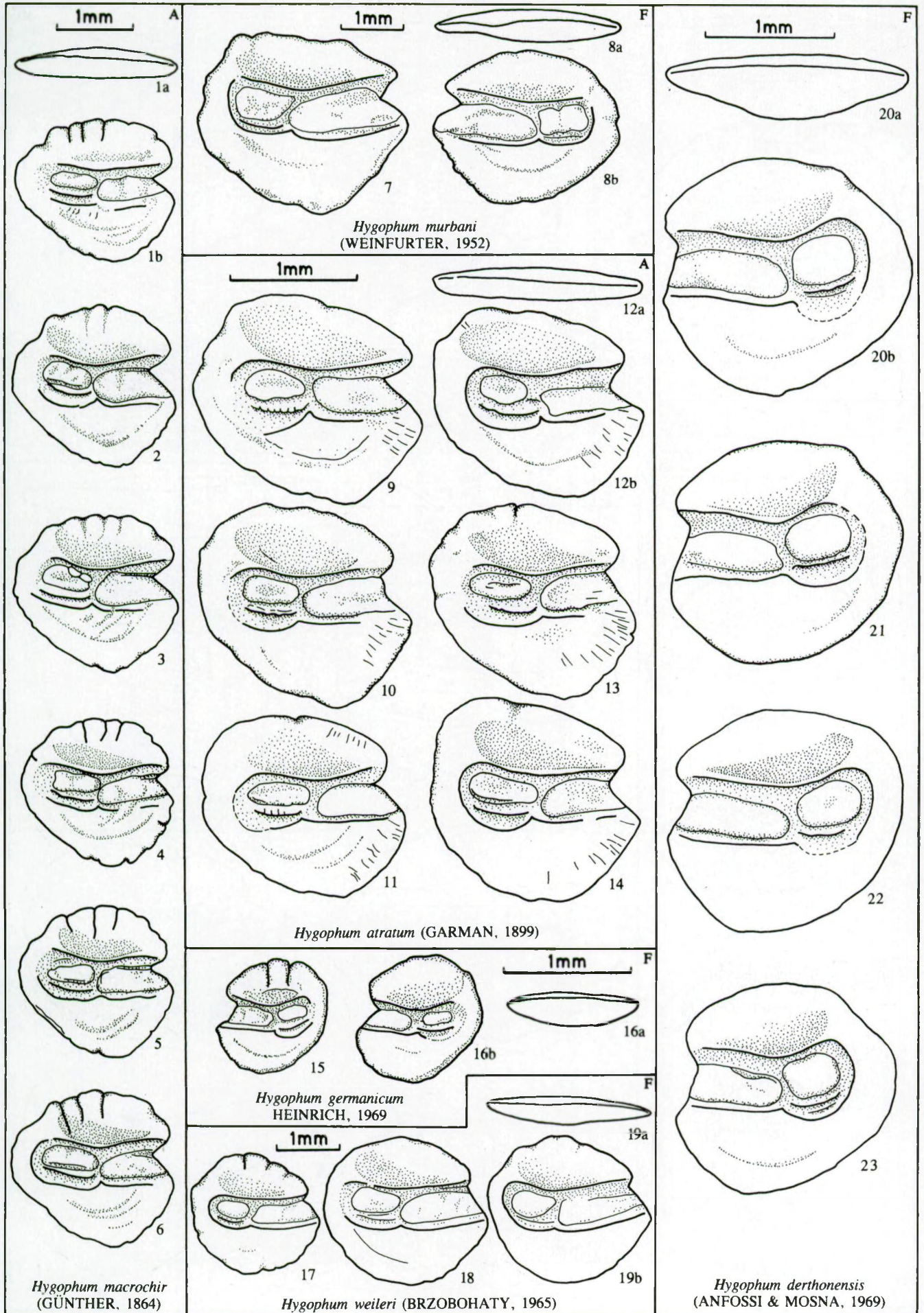
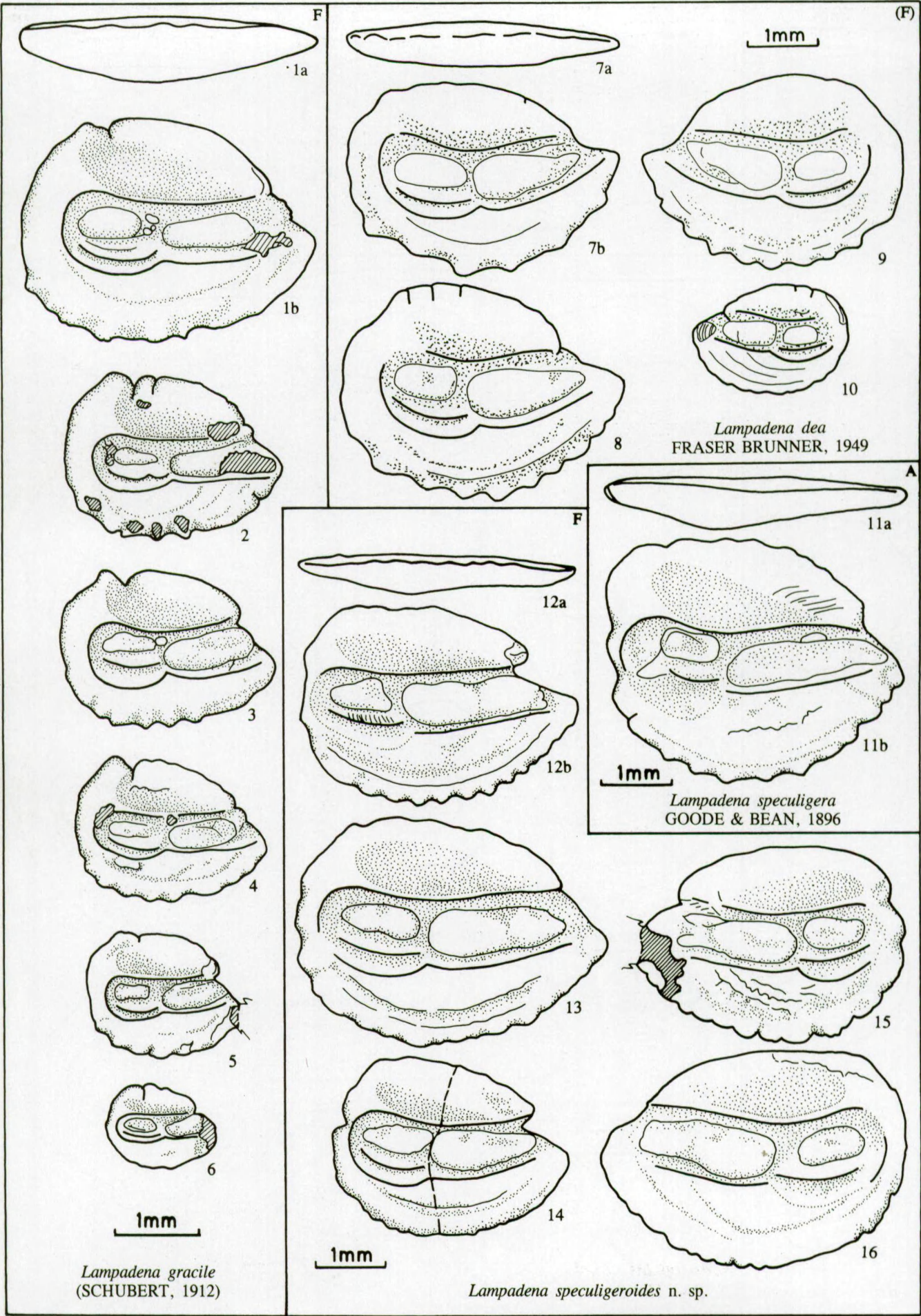
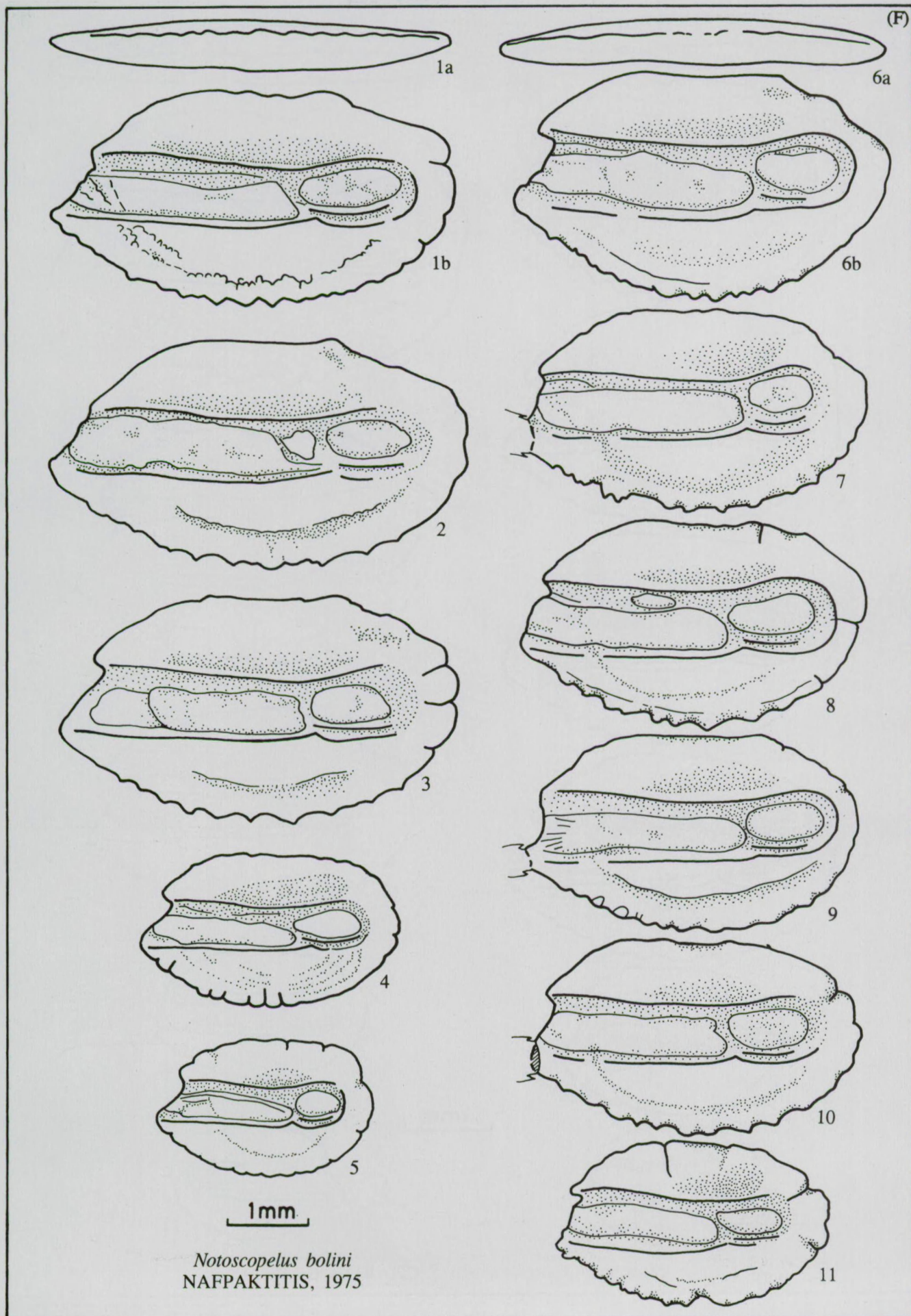




Planche - Plate 4.









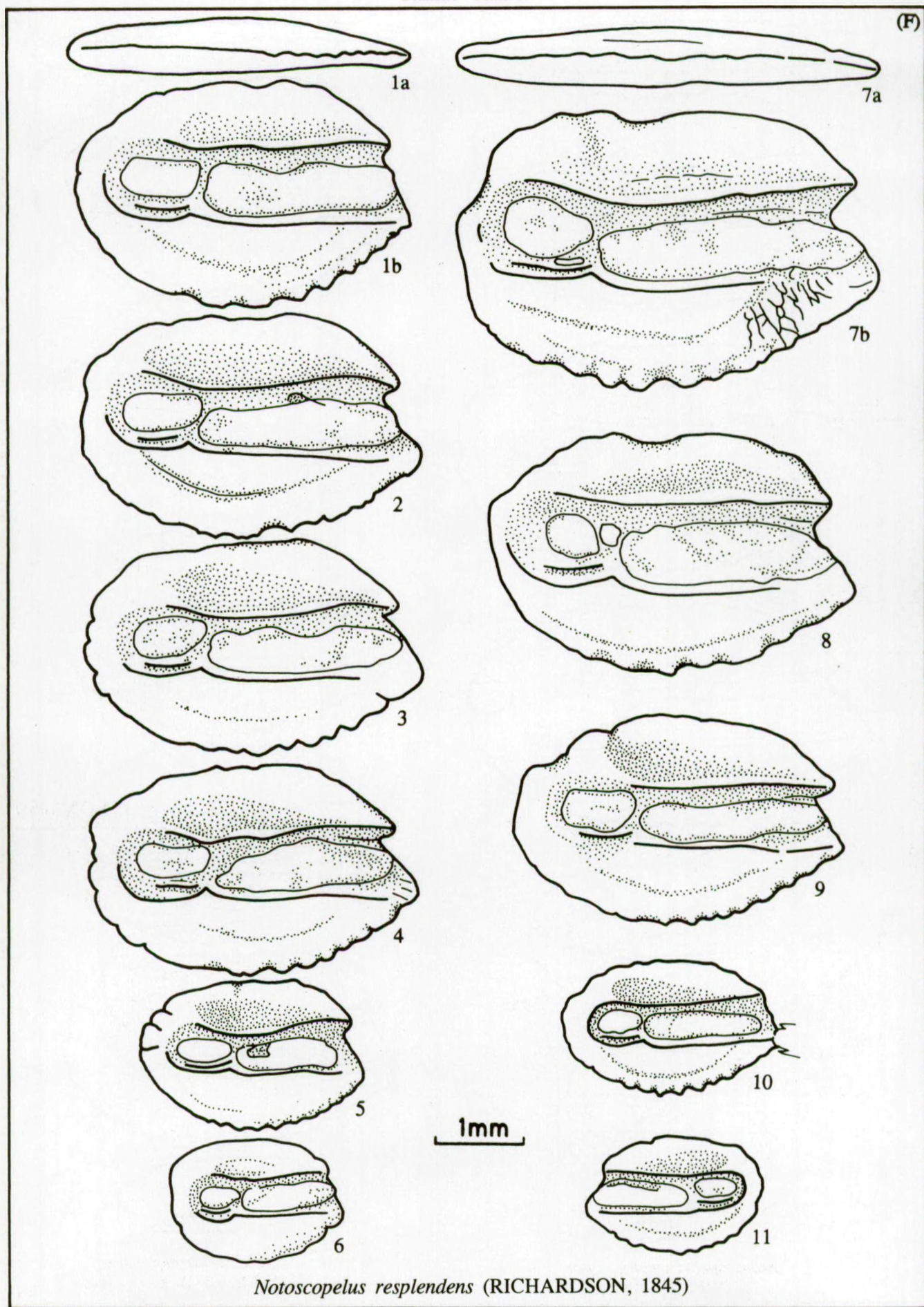




Planche - Plate 7.

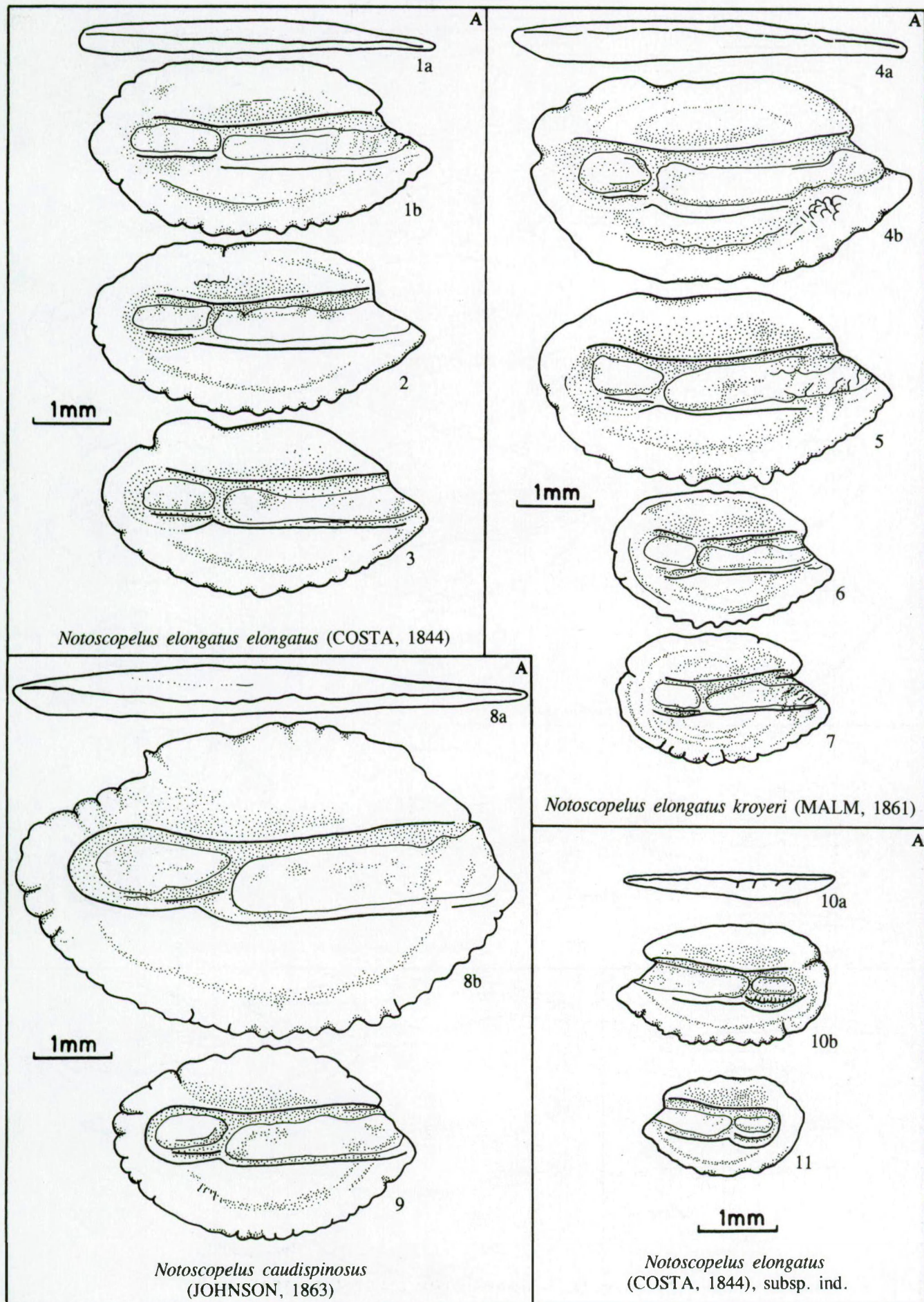




Planche - Plate 8.

